3/4 X 6 1/8

QK1
.R44
1900
v.12

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

12

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Janvier 1900

N° 133

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

SHOUT
SHARE
IT

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1900

I. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE DE L'ASSIMILATION CHLOROPHYLLIENNE. — SUR LE PREMIER PRODUIT D'ORGANISATION DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE DANS LES PLANTES A CHLOROPHYLLE AVEC QUELQUES REMARQUES SUR LE ROLE PHYSIOLOGIQUE DE L'INOSITE, par le **Dr S. Posternak**. 5

II. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 (avec figures dans le texte), par **M. L. Matruchot** (*suite*) 25

Cette livraison renferme trois gravures dans le texte.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Mo. Bot. Garden,
1901.

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE
DE
L'ASSIMILATION CHLOROPHYLLIENNE

Sur le premier produit d'organisation de l'acide phosphorique dans les plantes à chlorophylle
AVEC
quelques remarques sur le rôle physiologique de l'inosite (1)

par le Dr S. POSTERNAK

L'acide phosphorique est, comme on sait, un aliment indispensable aux végétaux. M. Schimper (2), dans ses recherches bien connues, a pu, par des réactions microchimiques, poursuivre cet acide jusqu'aux plus petites ramifications de la nervure des feuilles et démontrer sa disparition dans le mésophylle. Sur des feuilles détachées et placées dans des conditions convenables, il a pu montrer l'influence de la lumière sur l'assimilation des phosphates, des azotates et des sulfates et a fait entrevoir le rôle important que joue la chlorophylle dans la synthèse des matières azotées. Il n'a toutefois apporté rien qui puisse indiquer même de loin le mécanisme de ce processus.

Si l'acide phosphorique disparaît comme tel dans les parties vertes de la plante, c'est évidemment parce qu'en se combinant avec d'autres produits élaborés par l'appareil chlorophyllien ou en subissant une transformation quelconque, il perd ses réactions caractéristiques. Quels sont les produits de cette transformation ou, en d'autres termes, quels sont les premiers produits d'organisation de l'acide phosphorique?

(1) Travail du laboratoire de chimie agricole du Polytecknikum de Zurich.

(2) A. F. W. Schimper : *Ueber Kalkoxalatbildung in den Laubblättern* (Botanische Zeitung, 1888, p. 65).

Nous savons aujourd'hui que toutes les cellules, quelle que soit leur provenance, possèdent dans la constitution de leur protoplasma des groupements nucléiques très complexes, riches en phosphore ; mais nous n'ignorons pas non plus que leur formation est due au travail synthétique de la cellule elle-même, a lieu à l'abri de la lumière et nécessite des matériaux plastiques dont la confection est justement dévolue à l'appareil chlorophyllien chez les plantes bien différenciées.

Comme les graines contiennent, en règle générale, un dépôt considérable de ces matières plastiques qui, en véritable *aliment complet*, suffiront plus tard aux besoins de l'embryon au cours de son développement, il est naturel de penser que les premiers produits d'organisation de l'acide phosphorique y sont aussi largement représentés.

On est habitué à voir le phosphore organisé (abstraction faite, bien entendu, des lécithines) en combinaison avec les albuminoïdes, et à côté des nucléoprotéides vrais appartenant au protoplasma cellulaire on distingue actuellement les pseudo ou paranucléoprotéides qui représentent le type véritable de substance albuminoïde nutritive ; il suffit de rappeler ici la caséine du lait, la vitelline du jaune d'œuf étudiée à ce point de vue par Bunge (1), et l'ichtuline de Walter (2), isolée par lui des œufs de poissons (carpe).

Tous ces pseudonucléoprotéides ont pour caractère commun d'être assez pauvres en phosphore (au dessous de 1 pour 100) et de se montrer complètement réfractaires aux essais de séparation de leur complexus phosphoroorganique ; et comme la caséine végétale ressemble par plus d'un côté à celle du lait, on pouvait facilement prévoir les obstacles insurmontables qu'on rencontrerait, si l'on s'adressait aux albuminoïdes de la graine pour l'étude de leur phosphore.

Aussi ai-je suivi une autre voie pour mes recherches.

Au cours d'un travail sur les albuminoïdes de la graine de *Picea excelsa*, entrepris en vue de les comparer à l'histone de Kossel et qui sera publié ailleurs, je fus amené à m'occuper de plus près des rapports entre les substances phosphorées et azotées de cette graine.

---

(1) G. Bunge : *Ueber die Assimilation des Eisens* (Zeitsch. f. physiol. Chemie, Bd. IX, p. 49).

(2) G. Walter : *Zur Kenntniss des Ichtulins und seiner Spoltungsproducte* (Ibidem, Bd. XV, p. 477).

Le rapport de l'azote total au phosphore dans les graines de Sapin rouge est à peu près de cinq à un; ces graines, débarrassées de leurs téguments et matières grasses, contiennent notamment 12,8 pour cent d'azote et 2,7 pour cent de phosphore.

Les préparations protéiques qu'on obtient en traitant les graines pulvérisées consécutivement avec de l'eau distillée, avec des solutions d'alcali de 0,1 à 0,2 pour cent, avec de l'eau acidulée et en précipitant les extraits respectivement avec de l'acide acétique ou avec des alcalis, ne contiennent ces éléments que dans les rapports de 20, de 30 et même de 40 à 1, suivant le nombre d'extractions et le degré de purification des protéides.

Mais ce qui frappe surtout c'est que le résidu de l'extraction, à l'encontre de ce qu'on pourrait attendre, s'appauvrit de plus en plus en phosphore, de façon qu'après une huitaine d'extractions il ne contient plus que des traces minimes de ce métalloïde, mais jusqu'à 2,4 pour cent d'azote.

J'ai pu constater plus tard des rapports analogues dans les graines de Lupin blanc, de Pois et de Lentille, d'où j'ai tiré cette conclusion, que dans les graines les substances phosphorées, si elles sont réellement combinées avec les albuminoïdes, ne se trouvent qu'en combinaison assez lâche avec les corps azotés concomitants, et *si on veut se rendre compte de l'état du phosphore dans les graines, ce n'est pas seulement aux albuminoïdes qui ne contiennent qu'une partie relativement petite du phosphore total, qu'il faut s'adresser, mais aussi et surtout aux eaux qui résultent de la précipitation des extraits aqueux et alcalins de la graine par l'acide acétique* (1).

En effet, l'étude de ces eaux m'a permis d'en isoler un composé phosphoroorganique qui, par sa présence constante dans toutes les graines étudiées par moi, par ses rapports avec les albuminoïdes de réserve et, enfin, par sa constitution chimique, ne peut être que le premier produit d'organisation de l'acide phosphorique. C'est à l'étude de ce corps que sera principalement consacré le présent travail.

---

(1) Ceci est à rapprocher de la remarque faite par Ruppel (Z. f. physiol. Chemie, Bd. 26, p. 218) que les extraits aqueux des bacilles broyés de Kock, précipités avec de l'acide acétique, contiennent en solution un acide phosphoroorganique, qui a reçu le nom de Tuberculinsäure. Il semble donc que le phénomène observé par moi chez les graines peut être généralisé encore pour d'autres cellules d'origine végétale.

I

Le composé phosphoroorganique en question est un acide bibasique dont tous les sels sont amorphes. Les sels neutres ressemblent par leur aspect, sauf les sels d'alcalis, et par leur solubilité, aux sels correspondants de l'acide orthophosphorique, avec lequels ils étaient fréquemment confondus. Les sels acides rougissent le papier de tournesol et n'agissent pas sur le lacmoïde bleu.

Les sels acides de terres alcalines sont solubles dans l'eau distillée froide, se précipitent à l'ébullition à l'état de sels *neutres* pour se redissoudre après refroidissement. Les sels doubles de chaux ou de magnésie avec les alcalis ou l'ammoniaque sont solubles dans l'eau distillée en l'absence de tout sel, soit minéral ou organique, en donnant des liqueurs plus ou moins *opalescentes*. Ils sont insolubles dans des solutions salines d'une concentration physiologique. Il suffit dès lors d'ajouter à la solution de ces sels doubles quelques gouttes de chlorure ou d'acétate de potassium ou d'un sel quelconque pour les précipiter. Un grand excès de sel ou d'ammoniaque concentrée dissout ce dernier précipité qui réapparaît, lorsqu'on chauffe la solution. Dans ces conditions il est comme *coagulé* et ne se dissout plus après refroidissement.

Toutes ces réactions physiques dénotent un état colloïde beaucoup plus prononcé qu'on l'observe chez les phosphates ordinaires de chaux, étudiés à ce point de vue par M. Duclaux (1).

Les sels de l'acide étudié par nous se carbonisent lorsqu'on les chauffe dans une capsule de platine et ne donnent pas de précipité avec une dissolution azotique de molybdate d'ammoniaque, au moins à froid. Mais ce qui est très important à noter, c'est qu'à l'ébullition plus ou moins prolongée, les cristaux caractéristiques de phosphate molybdo-ammoniacal commencent à apparaître très lentement. Leur quantité, si l'ébullition était trop prolongée, n'est pas en rapport avec celle du sel employé pour la réaction. Le précipité est dû évidemment à la décomposition lente de l'acide sous

(1) E. Duclaux : Annales de l'Institut Pasteur, T. VII, p. 641.

l'influence de l'acide nitrique à haute température, ce qui prouve que dans la molécule du composé, étudié par nous, le groupement de l'acide phosphorique est *préformé.*

La solution de l'acide libre n'agit pas sur la lumière polarisée et passe, quoique très lentement, à travers du papier de parchemin. Elle ne réduit pas la liqueur de Fehling, même après avoir été chauffée pendant quelques heures avec un acide minéral.

Enfin, cette solution précipite les corps protéiques en donnant naissance à des composés albuminoïdes riches en phosphore. Pour donner une démonstration indiscutable de cette faculté de l'acide en question, je me suis adressé à une solution de peptone de Witte bien dialysée. Quelques gouttes de notre acide y provoquent un précipité floconneux riche en phosphore. Ce précipité est très sensible aux sels d'alcalis qui le dissolvent momentanément; il est soluble également dans les acides et les alcalis; pourtant un excès de l'acide étudié par nous n'est pas nuisible à la réaction.

Nous nous trouvons donc en présence d'un acide phosphoroorganique pouvant facilement être identifié, grâce à des réactions caractéristiques dues à l'état colloïde assez prononcé de ses sels, et qui se trouve sûrement en rapport avec les corps protéiques de la graine, vu sa faculté de se combiner avec les albuminoïdes.

Il est facile de démontrer que cet acide appartient en propre au grain d'aleurone, où il est probablement sous forme de sel acide de potasse en combinaison chimique avec les protéides de réserve.

Les analyses de Maschke (1), à qui nous devons la méthode d'isolement des grains d'aleurone, et celles de Sachsse (2) ont montré que ces éléments morphologiques laissent après leur combustion de 12,5 à 14,2 pour cent de cendres, constituées principalement par des phosphates de potasse, de chaux et de magnésie.

M. Pfeffer (3), ayant reconnu que les globoïdes, inclusion presque constante des grains d'aleurone, présentent un sel double de magnésie et de chaux d'un acide phosphoroconjugué dont le groupe organique n'avait pu être déterminé, n'a indiqué la source que d'une partie seulement des cendres, la masse des globoïdes étant trop peu importante par rapport au grain d'aleurone pour donner une quantité aussi considérable de résidu minéral. Force nous est alors d'admettre que le reste des cendres, surtout le phosphate de potasse, provient du grain d'aleurone lui-même.

---

(1) Maschke : Botanische Zeitung, 1859, p. 446.

(2) Sachsse : *Ueber die Proteinkrystalloïde von Bertholletia excelsa.* Sitzungsberichte der naturforschenden Gesell. zu Leipzig 1876, p. 23.

(3) Pfeffer : Unters. über d. Proteïnkörner etc. Pringsheim's Jahrbücher f. wissenschaftliche Botanik. Bd. VIII, 1872, p. 429

Des considérations d'un autre ordre (sur la solubilité des grains d'aleurone) ont depuis longtemps amené les auteurs à cette conclusion que les matières albuminoïdes du grain doivent être combinées chimiquement avec du phosphate de potasse, et Pfeffer, dans sa discussion lumineuse de cette question, dit textuellement que les globoïdes pourraient bien se former à la suite d'une double décomposition des phosphates accompagnant les matières albuminoïdes avec les sels solubles de magnésie et de chaux, avant que la graine eût par dessiccation transformé son suc cellulaire en éléments morphologiques divers. L'existence des cristalloïdes à côté des globoïdes s'expliquerait alors par la cristallisation de l'albuminoïde mis en liberté (1).

Il n'y avait qu'un pas à faire pour conclure que les phosphates en combinaison avec les matières albuminoïdes sont identiques, quant à leur acide, à l'acide phosphoroorganique des globoïdes. Pfeffer n'a pourtant pas tiré, de son hypothèse ingénieuse, cette conclusion qui l'aurait sans doute amené à une méthode sûre d'isoler l'acide en question et de l'étudier chimiquement.

C'est réellement l'acide dont nous nous occupons qui est lié aux albuminoïdes du grain d'aleurone et pas un autre composé phosphorique ; cela est prouvé par moi directement sur une préparation d'aleurone de *Cucurbita Pepo*, mise obligeamment à ma disposition par M. le professeur E. Schulze. Des extraits aqueux et alcalins de 20 gr. de cette préparation, j'ai pu isoler 2 gr. 2 d'acide sous forme de sel de baryte, ce qui correspond à 5,5 d'acide libre pour 100 grammes d'aleurone. Les globoïdes, qui sont insolubles dans l'eau et dans les alcalis, sont restés naturellement dans le résidu.

D'ailleurs, comme la préparation de l'aleurone n'était pas absolument pure et comme, d'autre part, je n'ai pas cherché à noter quantitativement l'acide contenu dans les extraits, il s'en faut de beaucoup que le chiffre indiqué plus haut soit l'expression réelle de la richesse des grains d'aleurone en acide phosphoroorganique. Cette richesse est certainement beaucoup plus grande.

---

(1) Pfeffer : *Loc. cit.*, p. 519.

II

La combinaison du sel acide phosphoroorganique de potasse avec les corps protéiques de réserve qui constituent le grain d'aleurone est très instable et ne peut exister comme telle que dans des conditions bien définies.

L'eau distillée suffit pour la dissocier; le sel acide de potasse se dissout, en communiquant à l'eau une réaction acide au papier de tournesol et neutre au lacmoïde. Mais l'eau n'agit que sur la surface du grain d'aleurone, ne pouvant pénétrer plus profondément à cause de l'insolubilité de la vitelline (1). On n'a qu'à répéter l'extraction avec de l'eau alcalinisée ou avec une solution de sel alcalin de 5 à 10 pour cent, pour dissoudre la vitelline et mettre en liberté le reste de l'acide phosphoroorganique, qui continuera à être en solution, même lorsque la vitelline aura été reprécipitée (2). Ceci nous rend compte de ce fait que les eaux obtenues après la précipitation des albuminoïdes des extraits aqueux et alcalins de la graine contiennent toujours la plus grande partie de son phosphore total.

De ce qui précède, on voit que le grain d'aleurone en entier, sauf les inclusions, bien entendu, peut être mis en état de dissolution par tout ce qui dissout la vitelline. Aux dissolvants de cette dernière substance, indiqués plus haut, nous pouvons ajouter l'acide acétique d'une concentration voulue et les acides minéraux de 0,1 à 1 pour cent à froid ou encore mieux à chaud. De ces solutions, l'alcool précipite non la vitelline seule, mais sa combinaison phosphoroorganique, d'où résulte une confirmation de plus que les albuminoïdes de réserve sont réellement en combinaison chimique avec l'acide phosphoroorganique : le sel acide de potasse est, en effet, facilement soluble dans l'alcool et ne devrait pas être précipité.

---

(1) On rapporte à ce groupe des protéides les albuminoïdes du grain d'aleurone depuis les recherches de Weyl (Z. f. physiol. Ch., Bd. I, p. 72).

(2) Ce précipité contient toujours une plus ou moins grande quantité d'acide phosphoroorganique qui est retenu, soit par adhérence aux flocons, soit par englobement, dans les mailles du précipité. De ce qu'il est presque impossible de débarrasser ce dernier du phosphore, il ne s'ensuit pas encore que ce métalloïde appartient à la molécule de la vitelline, comme Sachsse l'avait admis pour les cristalloïdes de *Bertholletia excelsa* et comme on l'admet couramment pour la caséine du lait, pour la vitelline du jaune d'œuf et pour l'ichtuline. Vu l'analogie physiologique et chimique de ces corps avec la vitelline ou la caséine végétale, il ne serait peut-être pas trop hardi d'affirmer qu'on retrouvera les acides paranucléiques, vainement cherchés jusqu'ici dans les eaux qui résultent de la précipitation de ces corps protéiques. Il est assez probable qu'on les a confondus jusqu'ici avec l'acide phosphorique anorganique, comme c'est arrivé pour les phosphates organiques de la graine.

A cet exposé, vient s'attacher une question d'une importance physiologique assez considérable.

Le grain d'aleurone bien isolé est insoluble dans l'eau froide, comme nous l'avons vu il y a un instant. Et pourtant, cet élément morphologique n'est qu'une formation passagère due à la dessiccation du suc cellulaire au moment où la graine devient mûre. D'autre part, les substances dissoutes dans le suc cellulaire ne se sont pas formées sur place, mais ont été apportées à la graine des parties vertes de la plante, où, sous l'influence des rayons solaires et par l'intermédiaire de la chlorophylle, elles ont pris naissance.

Comme le transport des matières albuminoïdes des feuilles dans les cellules des cotylédons ou de l'endosperme se fait, pour la plus grande partie au moins, en nature et non sous forme de corps amidés, il faut supposer que, pendant tout le trajet qu'elles ont eu à parcourir, ces matières ont été accompagnées des substances qui favorisaient leur dissolution, ainsi qu'il est nécessaire d'admettre l'existence de substances semblables pour expliquer la dissolution des aleurones pendant l'imbibition de la graine, acte qui précède toute évolution ultérieure de l'embryon. Quel peut bien être l'agent qui favorise, dans tous ces cas, la dissolution des albuminoïdes de réserve?

Cette question fut rarement posée de la façon dont nous venons de le faire par les auteurs qui se sont occupés des corps protéiques de la graine. A l'exemple de Liebig, ils s'attachaient surtout à expliquer pourquoi, les protéides isolés de la graine étant complètement insolubles dans l'eau, les graines pulvérisées donnaient des extraits aqueux, parfois très riches en albuminoïdes.

Il est évident que l'explication de ce phénomène paradoxal nous donnerait également la clef du problème posé plus haut. Nous croyons cependant pouvoir nous dispenser de la discussion de l'argumentation de Liebig (1), Rochleder (2), Ritthausen (3), Pfeffer (4), Osborne et Campbell (5), qui sont, d'ailleurs, tous d'accord pour attribuer aux *phosphates* l'action solubilisante sur la vitelline, par cette simple raison, que l'explication tombe d'elle-même du fait de l'*absence totale des phosphates anorganiques dans la graine.* Quant aux phosphates organiques que nous avons décrits précédemment, ils ne peuvent jouer aucun rôle dans le phénomène en question, car s'ils possédaient réellement la faculté de solubiliser la vitelline, le grain d'aleurone isolé, riche en phosphates organiques, devrait se dissoudre facilement dans l'eau, ce qu'il ne fait pas.

Palladine (6), dans son travail sur les albuminoïdes d'origine végétale, indique incidemment une autre explication du phénomène qui nous préoccupe. Les extraits aqueux, d'après lui, « ne sont, en réalité, que des extraits salins, vu la grande quantité de substances minérales que contient la graine » (*cendres,* devrait-il dire). Ce sont alors les sels minéraux qui, dans sa conception, provoqueraient la dissolution de la vitelline. Nous savons, cependant, que ce n'est pas par leur quantité absolue qu'agissent les sels, mais par la concentration de leurs solutions. Si l'on met de côté les phosphates et sulfates organiques, la quantité de substance minérale de la graine devient plutôt mince, et la concentration de la solution saline qu'on obtiendra, lorsqu'on aura traité les graines de semence avec dix fois leur volume d'eau, atteindra à peine le taux de 0,2 à 0,5 pour cent, et cette concentration non seulement ne favorise pas la dissolution de la vitelline, mais précipite cette dernière substance de ces solutions dans les acides et alcalis très étendus.

En tout cas, on ne saura expliquer de cette façon la variabilité dans la quantité de vitelline extraite par l'eau de différentes graines. Les graines du Ricin ou du Sapin rouge sont aussi riches en substances minérales que celles de la Fève ou du Haricot, et pourtant les extraits aqueux des deux premières graines sont presque dépourvus de matières albuminoïdes, tandis que les autres graines abandonnent à l'eau respectivement 10,2 et 11,2 de matières protéiques pour cent de leur poids.

---

(1) Liebig : *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur u. Physiologie.* Bd. I, p. 201.

(2) Rochleder : *Phytochemie*, 1854, p. 337.

(3) Ritthausen : *Die Eiweisskörper der Getreidearten*, etc. Bonn, 1872, p. 206-208.

(4) Pfeffer : *Loc. cit.*, p. 492-499.

(5) Osborne et Campbell : *The proteids of the Pea, Lentil, Horsebean and Vetch.* Journal of the American Chemical Society. Vol. XX, 1898, p. 410-412.

(6) Palladine : *Zeitschrift f. Biologie.* Bd. XIII, N. F., p. 191, 1895.

On devrait plutôt chercher, pour être conséquent, l'agent solubilisateur parmi les substances dont la quantité varie parallèlement à celle d'albuminoïdes en solution dans l'extrait aqueux. En dirigeant les investigations de ce côté, on est de suite frappé par ce fait que les graines dont les extraits aqueux sont les plus pauvres en albuminoïdes appartiennent exclusivement à la catégorie des graines huileuses.

Les auteurs qui s'occupent des corps protéiques de ces graines ne manquent jamais de se débarrasser par une extraction éthérée préalable de l'huile aussi gênante qu'inutile pour leurs études, d'où il résulte que l'eau, destinée à l'extraction des albuminoïdes, arrive en contact, non avec un matériel d'une constitution identique à celle de la graine normale, comme c'est le cas pour la plupart des Légumineuses étudiées à ce point de vue, mais bien avec des graines complètement privées de leurs hydrates de carbone de réserve. Et si justement dans ce dernier cas, l'eau n'est pas capable de se charger des albuminoïdes, n'est-on pas en droit d'en conclure que le rôle de solubilisateur appartient aux substances ternaires absentes? D'autant plus que les graines huileuses écrasées directement, sans extraction préalable avec l'éther, sous l'eau, lui abandonnent des quantités notables d'albuminoïdes, comme l'a établi Ritthausen pour l'amande douce et comme j'ai pu le constater pour les graines du Sapin rouge.

C'est donc aux substances hydrocarbonées de réserve, solubles dans l'eau ou capables de s'y émulsionner, que nous attribuons la faculté de solubiliser les albuminoïdes de la graine, et c'est également dans le mélange complexe formé par des substances ternaires autour du grain d'aleurone que nous voyons la cause de la dissolution de cette dernière formation pendant l'imbibition physiologique.

Ce mélange possède, en effet, une action solubilisante puissante sur les substances colloïdes ; cela peut être prouvé par l'observation suivante.

Nous savons déjà que les extraits aqueux de toutes les graines sont assez riches en acide phosphoroorganique, étudié plus haut. Le sel neutre phosphoroorganique de cuivre étant complètement insoluble dans l'eau, il y avait lieu d'espérer de pouvoir précipiter l'acide en question de sa solution neutralisée par un sel de cuivre quelconque. En effet, chez les graines huileuses, débarrassées de leurs matières grasses, il n'est rien de plus facile que d'obtenir des précipités volumineux de phosphate organique de cuivre en ajoutant à l'extrait aqueux, neutralisé avec de l'ammoniaque, de l'acétate de cuivre.

Cette expérience ne réussit guère avec les extraits aqueux du Lupin blanc ou de la Lentille, débarrassés de leurs albuminoïdes. La même cause qui a favorisé la dissolution de ces dernières substances empêche la précipitation du sel de cuivre de l'acide phosphoroorganique dont l'état colloïde assez prononcé a été souligné par nous précédemment. De ces mêmes extraits, on peut facilement précipiter l'acide sous forme de sels de baryte ou de mercure qui ne subissent pas l'influence solubilisante des hydrates de carbone au même degré que les sels de cuivre ou de chaux.

Les physiologistes savent depuis longtemps que les albuminoïdes de réserve suivent pendant leur migration les mêmes voies que les hydrates et les matières huileuses de carbone, c'est-à-dire les cellules allongées à paroi mince des faisceaux fibro-vasculaires, les vaisseaux criblés, tandis que les corps amidés, l'asparagine, par exemple, cheminent à travers les cellules parenchymateuses de l'écorce et de la moelle, comme Pfeffer l'a établi pour les jeunes plantules des Légumineuses (1). Cette distribution des matières plastiques dans les différents éléments de conduction n'est pas due au simple hasard. D'après ce qui précède, on comprendra sans peine que les albuminoïdes seuls sont obligés d'être accompagnés des substances ternaires pour être tenus en solution ; les corps amidés sont par eux-mêmes suffisamment solubles dans l'eau.

III

Nous allons montrer maintenant comment il faut s'y prendre pour isoler l'acide phosphoroorganique des extraits aqueux et alcalins des graines. Les conditions sont ici beaucoup plus compliquées que dans les cas des grains d'aleurone isolés. A côté de différentes matières plastiques et des sels minéraux et organiques, on trouve des substances d'origine protoplasmique, et pour ne parler que de composés phosphorés, j'en ai pu isoler deux corps organiques riches en phosphore et ne rappelant en rien l'acide phosphoroorganique de l'aleurone. J'aurai probablement l'occasion de revenir plus tard sur ces substances dont l'étude n'est qu'ébauchée à l'heure actuelle.

---

(1) Pfeffer : *Loc. cit.*, p. 563.

L'extrait aqueux de la plupart des graines est acide au papier de tournesol et neutre au lacmoïde, nous en connaissons déjà la cause. L'extrait alcalin est toujours riche en corps protéiques. On précipite les albuminoïdes avec de l'acide acétique et on filtre. On ajoute de l'ammoniaque jusqu'à une réaction légèrement alcaline. Un précipité à gros flocons demi-transparents se forme assez lentement et se dépose au fond du vase. Recueilli sur un filtre et lavé à l'eau, il est d'un blanc opalin, rappelant la stéarine ou le blanc d'œuf cuit.

Ce précipité est constitué par un mélange de différents sels de notre acide phosphoroorganique : les sels neutres de chaux et de magnésie y prédominent, les sels de fer et de manganèse ne sont qu'en quantité insignifiante. Il contient également des sels doubles de terres alcalines avec les alcalis qui sont précipités à la faveur des sels dissous dans l'extrait. Ceci nous explique pourquoi l'eau de lavage, au fur et à mesure que les substances salines adhérentes au précipité sont éloignées, devient de plus en plus opalescente jusqu'à prendre à la fin un aspect laiteux. Ce sont les sels doubles qui vont en solution ; on peut les reprécipiter en ajoutant au liquide laiteux un petit peu de sel quelconque.

La manière dont se comporte le précipité, provoqué par l'ammoniaque dans les extraits des graines débarrassés de leurs albuminoïdes à l'aide de l'acide acétique, rappelle tellement la description donnée par Schulz (1) pour les solutions acides de la globine qu'il range parmi les histones, surtout à cause du rapport de cette substance albuminoïde aux sels, qu'au commencement de mes recherches je croyais être en présence d'un représentant de cette classe de protéides. Mais, en réalité, les deux corps n'ont rien de commun au point de vue chimique : ils ne font qu'obéir à la même loi physique qui régit les relations des sels et des colloïdes. Cette remarque s'adresse particulièrement à ceux qui continuent de baser la classification des albuminoïdes sur les réactions purement physiques.

---

(1) Schulz : *Der Eiweisskörper des Hämoglobins*. Zeitsch. f. physiol. Ch., Bd. 24, p. 449.

Le précipité sur le filtre, après avoir été bien lavé, est dissous dans de l'acide acétique ou chlorhydrique dilué, puis filtré et reprécipité avec de l'ammoniaque ou une autre base. L'eau de chaux ajoutée en excès peut chasser la plus grande partie de la magnésie et donner un précipité plus riche en sel de chaux.

L'ammoniaque ne précipite qu'une partie plus ou moins grande d'acide phosphoroorganique de l'extrait, suivant la quantité de bases alcalino-terreuses ou métalliques qui y est disponible. On isole le reste de l'acide en ajoutant au liquide débarrassé du précipité une solution de baryte qui précipitera non seulement l'acide phosphoroorganique, mais aussi les substances phosphorées mentionnées plus haut. Comme ces dernières sont insolubles dans l'eau acidulée, on peut les éloigner facilement.

Si cette méthode est plus commode au point de vue quantitatif, on préférera pour l'isolement de l'acide phosphoroorganique libre s'adresser aux sels métalliques.

Tous les sels métalliques précipitent l'acide que nous étudions dans les mêmes conditions que l'acide phosphorique ordinaire. Les sels de plomb ou de cuivre, par exemple, le feront en solution alcaline, le nitrate de mercure en solution acide. Le précipité métallique est bien lavé par décantation d'abord, puis sur un filtre. Après l'avoir broyé avec de l'eau, on le soumet à l'action de l'hydrogène sulfuré pour le débarrasser de l'oxyde du métal. On n'a qu'à filtrer, chasser l'excès d'hydrogène sulfuré par un courant d'air, dialyser au besoin quelques heures afin d'éloigner les traces de sel qui s'y trouve encore, pour avoir une solution de l'acide phosphoroorganique libre, suffisamment pure pour l'étude de ses réactions et pour la préparation de différents sels.

La constitution chimique de l'acide fut étudiée par moi principalement sur les sels de baryte. Pour leur préparation, j'ajoutais à des solutions de l'acide libre, semblables à celle décrite plus haut, de l'eau de baryte jusqu'à ce que le liquide devînt légèrement alcalin au papier du tournesol. Le précipité fut lavé, dissous dans de l'eau distillée à l'aide de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, reprécipité avec de l'ammoniaque, la dissolution répétée encore deux fois, le précipité lavé à fond avec de l'eau, de l'alcool et de l'éther.

Et cependant, les préparations ainsi obtenues n'étaient pas exemptes de toute autre base. Elles contenaient des quantités plus ou moins grandes de chaux dont l'affinité remarquable pour l'acide n'a pu évidemment être complètement vaincue par l'oxyde du métal.

J'ai pu quand même, grâce à la prédominance du sel de baryte dans mes préparations venir à bout du problème que je me suis posé, comme on va le voir dans les analyses ci-après. Pour l'analyse les préparations ont été séchées à la température de 115° jusqu'au poids constant.

Analyse d'un sel de baryte provenant de l'extrait aqueux des graines de Picea excelsa :

Dosage du Ba. — 1) Matière = 0^{gr}1052 ; $BaSo^4$ = 0^{gr}0904, soit en centièmes Ba = 50,48 ; 2) Matière = 0^{gr}1392 ; $BaSo^4$ = 0^{gr}1194, soit en centièmes Ba = 50,42.

Dosage du P. — 1) Matière 0^{gr}1654 ; $Mg^2 P^2 O^7$ = 0^{gr}0743, soit en centièmes P = 12,51. ; 2) Matière 0^{gr}1768 ; $Mg^2 P^2 O^7$ = 0^{gr}0780, soit en centièmes P = 12,28.

Dosage de C et H. — Matière = 0^{gr}2978 ; Co^2 = 0^{gr}0524 ; H^2O = 0^{gr}0278, soit en centièmes C = 4,79 ; H = 1,04.

D'où l'on calcule le rapport entre les éléments :

Ba : P : C : H : O = 1 : 1,08 : 1,08 : 2,82 : 5,32, ce qui nous amène à la formule empirique $BaPCH^3 O^5$.

Calculé pour $BaPCH^3 O^5$	Trouvé
Ba = 52,09	50,45
P = 11,79	12,40
C = 4,56	4,79
H = 1,14	1,04

La différence assez grande pour le Ba et P calculé et trouvé s'explique par la présence de la chaux dans la préparation. Le sulfate de baryte obtenu dans l'analyse n'est en réalité qu'un mélange des sulfates de chaux et de baryte.

On calcule pour $CaPCH^3O^5$.

P = 18,69 ; C = 7,23 ; H = 1,81.

Un mélange de sel phosphoroorganique de chaux devrait en effet abaisser le nombre pour Ba, élever ceux de P et de C.

Il va être prouvé que cette explication est juste par *l'analyse d'une autre préparation du même sel provenant d'un extrait alcalin des graines de Sapin rouge.*

Dosage du P. — 1) Matière = 0^{gr}1482 ; $Mg^2P^2O^7$ = 0^{gr}0684, soit en centièmes P = 12,85 ; 2) Matière = 0^{gr}1319 ; $Mg^2P^2O^7$ = 0^{gr}0624, soit en centièmes P = 13,17 ; 3) Matière 0^{gr}1352 ; $Mg^2P^2O^7$ = 0^{gr}0627, soit en centièmes P = 12,91.

Cette préparation contient donc en moyenne 12,98 pour cent de phosphore, plus 1,19 pour cent comparativement avec le sel de baryte pur.

Comme la différence entre la quantité de P dans les sels phosphoroorganiques de baryte et de chaux est de 6,90 pour cent il est facile de se convaincre qu'un mélange de 17,25 pour cent de sel de chaux avec 82,75 pour cent de sel de baryte sera exactement aussi riche en phosphore que la préparation analysée.

Nous allons calculer la quantité de carbone et d'hydrogène en centièmes pour le mélange ci-dessus et composer avec les chiffres résultant des analyses qui suivent.

Dosage de C et H.—1) 0^{gr}2244 de matière ont fourni CO^2 = 0^{gr}0418 ; H^2O = 0^{gr}0252, soit en centièmes C = 5,08 ; H = 1,24 ; 2) 0^{gr}3591 de matière ont fourni CO^2 = 0^{gr}0650 ; H^2O = 0^{gr}0502, soit en centièmes C = 4,93 ; H = 1,55.

Calculé pour 17,25 parties $CaPCH^3O^5$ et 82,75 parties $BaPCH^3O^5$	Trouvé 1	2	Moyenne
C = 5,02	5,08	4,93	5.00
H = 1,25	1,24	1,55	1,39

Analyse d'une préparation du sel de baryte provenant de l'extrait alcalin des Pois verts :

Dosage du P.—1) 0^{gr}1215 de matière ont fourni $Mg^2P^2O^7$ = 0^{gr}0543, soit en centièmes P = 12,44 ; 2) 0^{gr}1365 de matière ont fourni $Mg^2P^2O^7$ = 0^{gr}0616, soit en centièmes P = 12,57.

Dosage de C et H.—Matière 0^{gr}2938 ; CO^2 = 0^{gr}0516 ; H^2O = 0^{gr}0281, soit en centièmes C = 4,79 ; H = 1,06.

Calculé pour 10,29 parties $CaPCH^3O^5$ et 89,71 parties $BaPCH^3O^5$	Trouvé
$P = 12,50$	12,50
$C = 4,82$	4,79
$H = 1,21$	1,06

J'ai analysé partiellement les sels de baryte du Lupin blanc, de la Lentille et de la Courge, un mélange des sels de chaux et de magnésie du Lupin jaune. Les chiffres obtenus que je ne communique pas ici pour ne pas allonger démesurément ce travail, ne font que confirmer la formule indiquée plus haut.

Le sel neutre de baryte possède donc la formule $BaPCH^3O^5$; l'acide libre, par conséquent, PCH^5O^5 .

L'extrême simplicité de ces formules nous permet de déterminer facilement la constitution rationnelle de l'acide phosphoroorganique étudié par nous.

On se rappelle que les réactions de ce corps nous ont conduit à la conviction que le groupement de l'acide phosphorique y est préformé. En retranchant de la formule sus-indiquée les éléments de l'acide phosphorique, on obtient un résidu qui n'est autre que la *formaldéhyde*. Comme l'hydrate de la formaldéhyde, le glycol théorique de méthane n'existe pas en réalité, on éliminera de suite l'hypothèse d'un composé éthéré dans le genre de l'acide glycérophosphorique. Les acides phosphiniques sont moins riches en oxygène et possèdent des sels alcalins parfaitement cristallisables.

Il ne reste qu'admettre que *l'acide phosphoroorganique déposé dans la graine est un produit d'addition de la formaldéhyde à l'acide phosphorique, c'est-à-dire l'acide oxyméthylphosphorique.*

$$PCH^5\,O^5 = H^3\,PO^4\,.\,H^2\,CO = H^2\,C\,(OH).\,O.\,PO\,(OH)^2\,.$$

Cette combinaison de l'acide phosphorique avec de la formaldéhyde ou avec d'autres représentants du groupe aldéhydique est, autant que je sache, absolument inconnue des chimistes.

Les sels de l'acide phosphorique ne donnent pas directement de produits d'addition avec la formaldéhyde, comme le feraient les bisulfites par exemple. Ceci n'empêche pas d'ailleurs que la combinaison soit capable d'être effectuée avec de l'aldéhyde formique à l'état naissant ou qu'elle puisse être réalisée par une voie indirecte. La question vaut la peine d'être élucidée et je ne tarderai pas à entreprendre des recherches dans cette direction.

IV

Telle quelle la constitution chimique de l'acide phosphoroorganique, révélée par l'analyse, est un fait dont l'importance pour la physiologie de l'assimilation chlorophyllienne n'échappera à personne.

De ce processus à qui nous devons en dernier lieu l'origine de presque toute substance organique vivante, nous ne connaissons *positivement* que les termes extrêmes : la consommation de l'acide carbonique par la plante verte et l'apparition de différentes matières plastiques.

Pour les phénomènes intermédiaires de l'assimilation nous ne possédons que les hypothèses dont la plus plausible est certainement celle que Bayer (1) a proposé déjà en 1870. Cet auteur admet, comme on sait, la réduction de l'acide carbonique, en présence de l'eau et sous l'influence de la lumière, en formaldéhyde qui se condensera consécutivement pour donner naissance aux hydrates de carbone. C'est par l'intermédiaire de ces dernières substances que se formeraient, d'après la conception courante, les autres matières plastiques.

On objecte à cette hypothèse, qui a su s'imposer surtout depuis les recherches de O. Loew (2) et de E. Fischer (3) sur la formose que les méthodes imaginées par les chimistes pour synthétiser les hydrates de carbone en partant de l'acide carbonique ne sont pas nécessairement celles que suivent les plantes pour leur synthèse physiologique (4), et qu'aucun fait observé chez les plantes vertes n'est venu confirmer l'existence de la formaldéhyde comme stade intermédiaire de l'assimilation de l'acide carbonique (5).

Eh bien, la formule de l'acide phosphoroorganique isolé par nous des graines, est la preuve directe et indubitable que *l'acide carbonique passe réellement par le stade formaldéhydique avant d'être*

---

(1) A. Bayer : *Ueber die Wasserentziehung und ihre Bedeutung für das Pflanzenleben u. die Gährung*. Ber. d. d. Chem. Gesel. Bd. III, p. 63.

(2) O. Loew : Ibidem. Bd. 20, p. 142, 3039 ; Bd. 21, p. 270 ; Bd. 22, p. 470.

(3) E. Fischer : Ibidem. Bd. 21, p. 991 ; Bd. 23, p. 388, 2126.

(4) W. Pfeffer : Pflanzenphysiologie. II Aufl. Bd. I, p. 340. Leipzig, 1897.

(5) V. Meyer et P. Jacobson : *Lehrbuch d. organischen Chemie*. Bd. I, p. 401. Leipzig, 1897.

utilisé pour la formation des matières plastiques, car si la formaldéhyde de l'acide oxyméthylphosphorique, apportée dans la graine en combinaison chimique avec les albuminoïdes de réserve des parties vertes de la plante, n'avait pas cette origine, on ne comprendrait pas pourquoi la lumière et la chlorophylle sont nécessaires à la production de cet acide aux dépens des phosphates minéraux.

Mais cette remarque n'épuise pas l'intérêt qui s'attache à la constitution du composé phosphoroorganique en question. Elle nous apporte encore cette notion significative que la formaldéhyde, à l'encontre de ce qui semble être admis généralement, n'a pas seulement pour mission de former les hydrates de carbone par polymérisation de ses molécules, mais est chargée également *d'entrer en combinaison directe avec les substances minérales apportées à la feuille pour concourir à leur organisation*. Ceci est mis hors de doute pour l'acide phosphorique, mais vu les conditions identiques de la disparition des phosphates, des azotates et sulfates dans la feuille, on n'écartera pas sans l'avoir examinée de plus près l'hypothèse des albuminoïdes (1).

La réduction de l'acide carbonique sous l'influence de la chlorophylle et de la lumière et la production de la formaldéhyde qui s'ensuit, nous apparaît dès lors non comme un processus essentiel, quoique nécessaire dans les conditions normales à la synthèse des matières plastiques, mais plutôt comme un acte préparatoire qui a pour but de fournir aux chloroplastes, organes synthétisants par excellence, un matériel carboné aussi approprié à leurs besoins que le sont les azotates, les phosphates et les sulfates apportés par le courant ascendant de la plante.

Et si l'on pouvait remplacer la formaldéhyde par une autre substance carbonée apte à être absorbée par la plante et à servir, en nature ou après une transformation préliminaire convenable, à la synthèse effectuée par les chloroplastes, on pourrait faire vivre et croître la plante verte comme un champignon quelconque, sans chlorophylle et sans lumière.

C'est ce qui ressort, en effet, des expériences récentes de Mazé (2), qui a pu cultiver les graines de Vesces de Narbonne à l'obscurité et quadrupler le poids de leur matière sèche en 92 jours, en ajoutant à la solution minérale nutritive ordinaire jusqu'à 4 pour cent de glucose.

---

(1) C'est comme on sait, l'hypothèse favorite de M. O. Lœw qu'il a développée maintes fois et qu'il vient d'exposer de nouveau d'une façon magistrale dans son récent livre : *Die Chemische Energie der lebeuden Zellen*. München, 1899.

(2) Comptes rendus, t. 128, p. 185.

On ne paralyse donc pas complètement les chloroplastes en cultivant les plantes vertes à l'abri de la lumière, mais on empêche d'évoluer une seule fonction de ces éléments morphologiques, notamment la fonction chlorophyllienne proprement dite qui préside, non à la production de l'amidon, comme on l'enseigne généralement, mais à la transformation de l'acide carbonique en formaldéhyde. C'est ce dernier corps qui, au fur et à mesure de sa production, sera partagé entre les différents groupements moléculaires dont l'ensemble constitue le chloroplaste et qui, suivant la fonction spéciale du groupement auquel la formaldéhyde sera parvenue, servira à la confection de l'amidon, des albuminoïdes, de l'acide oxyméthylphosphorique, et ainsi de suite.

D'après ce qui précède, l'histoire de l'acide phosphorique dans les plantes vertes nous semble suffisamment élucidée, au moins depuis son absorption dans le sol par les racines jusqu'à son utilisation pour la construction des substances nucléaires par les cellules.

Les phosphates minéraux, apportés par le courant ascendant de la plante jusqu'aux parties vertes, se rencontrent dans le mésophylle des feuilles avec la formaldéhyde à l'état naissant, avec laquelle ils se combinent. C'est l'acide oxyméthylphosphorique qui en résulte. Cet acide que nous avons isolé de la graine, est en effet le premier produit d'organisation de l'acide phosphorique et joue le rôle d'une substance plastique *autonome*, formée par l'appareil chlorophyllien, au même titre que les hydrates de carbone et les albuminoïdes. On comprend aisément pourquoi Schimper n'a pu déceler dans le mésophylle la présence des phosphates minéraux par les réactions microchimiques, et pourquoi la lumière et la chlorophylle favorisaient dans ses expériences la disparition des phosphates dans les feuilles détachées : dans l'obscurité, et privées de leur chlorophylle, les parties vertes sont incapables, en effet, de réduire l'acide carbonique.

Une fois formé, l'acide oxyméthylphosphorique, ou plutôt son sel acide de potasse, se combine avec les albuminoïdes et est transporté par le courant descendant vers les parties de la plante où ont lieu les échanges nutritifs.

Il se dépose, enfin, dans les organes qui emmagasinent les matières plastiques pour servir plus tard, soit au travail régénérateur de la plante elle-même, soit au développement d'une plante nouvelle. C'est pourquoi nous l'avons trouvé sous forme de combinaison chimique avec les albuminoïdes de réserve dans la graine où il entre plus particulièrement dans la constitution des aleurones; c'est pourquoi, je crois, on le trouvera également dans les rhizomes, tubercules et ainsi de suite. De la pomme de terre, la seule plante de cette dernière catégorie que j'ai étudiée jusqu'ici, j'ai pu sans aucune difficulté isoler l'acide oxyméthylphosphorique en quantité assez notable (1).

---

(1) En étudiant la distribution des substances minérales dans les organes de l'embryon au cours de la germination de la graine, Schimper (*Flora*, 1890, p. 207), a constaté l'existence des phosphates anorganiques dans les organes axiles de la jeune plantule. Comme ces phosphates ne sauraient provenir que des matières phosphoroorganiques de la graine, on aurait, dans le cas précité, un pendant à la formation des nitrates aux dépens des albuminoïdes de réserve, admise, comme on sait, par E. Belzung (*Annales des sciences naturelles*, VII^e Série, Botanique, T. XV, p. 249) pour les graines de *Cucurbita Pepo* et démontrée par E. Schulze (*Zeitch. f. Physiol. Chemie*, Bd. XXII, p. 82), avec des expériences à l'appui, comme dénuée de tout fondement. On ne voit pas bien, en effet, pourquoi la jeune plante s'imposera le travail de désorganisation de la matière plastique déposée dans la graine pour sa nutrition, si elle est obligée de la réorganiser au moment d'en faire usage.

Le fait observé par Schimper nous semble bien dû à la décomposition de l'acide oxyméthylphosphorique,mais décomposition provoquée artificiellement par les réactifs. Schimper traite les coupes qu'il se propose d'étudier au point de vue de leur teneur en phosphates minéraux avec la solution acide de molybdate d'ammoniaque et si les cristaux caractéristiques de phosphomolybdate d'ammoniaque tardent à apparaître, il chauffe la préparation jusqu'à l'ébullition. Or, dans ces conditions, l'acide oxyméthylphosphorique commence, comme nous l'avons montré plus haut, à se décomposer.

Il est étrange, en tout cas, que la constatation des phosphates dans les organes axiles de l'embryon ait suffi à Schimper pour nier tout à fait à ces sels la nécessité de passer par la cellule verte en vue de leur organisation (*Flora*, 1890, p. 259-260), au risque même de tomber en contradiction formelle avec ses propres expériences, citées au commencement de ce travail.

(*A suivre*).

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1894, 1895, 1896 ET 1897 *(Suite)*.

Distribution géographique. — On ne saurait, à l'heure actuelle, entreprendre une étude rationnelle de la répartition des Laboulbéniacées à la surface du globe, car la systématique du groupe n'a guère été faite que pour l'Amérique du Nord. Les observations de M. Thaxter portent donc principalement sur la distribution dans la partie nord du continent américain.

Les régions froides (baie d'Hudson, îles Aléoutiennes) n'ont que peu de Laboulbéniacées. Les régions chaudes en ont beaucoup, bien que les Carabidés et Staphylinidés, qui sont surtout les hôtes des Laboulbéniacées, y soient moins abondants que sous des régions tempérées : cela tient à ce que dans les régions tropicales, d'autres insectes (Fourmi blanche, etc.) sont fréquemment envahis. La Californie du Sud a même fourni une forme particulière sur un Diptère (*Chilocorus*). Or, les Diptères ont été à peine examinés au point de vue de ces parasites; il est fort probable que, dans l'avenir, les régions chaudes fourniront un important appoint à la famille des Laboulbéniacées.

Le nombre total des formes étudiées correspond à 158 espèces (dont 5 sont peut-être synonymes) réparties en 30 genres. Parmi elles, 133 sont spéciales à l'Amérique du Nord, 11 à l'Europe, 8 à l'Afrique, 3 à l'Asie, l'Amérique du Sud et Panama, 2 à l'Australie. Il y a 9 espèces communes à l'Amérique du Nord et à l'Europe, 2 communes aux deux Amériques, etc.

La famille prise en totalité comprend aujourd'hui 35 genres dans l'Amérique du Nord, dont 20 ne sont mentionnés dans aucun autre continent. En Europe, six genres seulement ont été signalés (dont deux spécialement européens).

Après diverses considérations sur la répartition des Laboulbéniacées dans les divers pays, M. Thaxter donne la distribution, en Amérique, des diverses espèces.

Hôtes des Laboulbéniacées. — Toutes les Laboulbéniacées sont entomogènes. Elles se présentent uniquement sur les Coléoptères, Diptères, Névroptères (une seule espèce) et Arachnides (une espèce). Peyritsch en avait signalé un cas sur un Orthoptère, mais M. Thaxter ne l'admet pas comme suffisamment établi; enfin le mycologue américain suppose que les Hyménoptères doivent probablement être parasités aussi.

De tous les Insectes, ce sont les Coléoptères qui fournissent le plus fort contingent; mais cela tient peut-être à ce qu'aucun autre groupe n'a été étudié avec autant de soin.

Le fait que des êtres aussi différents que les *Drosophila*, la larve de Fourmi blanche, et les Acarides du genre *Antennophorus* sont parasités, suggère l'idée qu'une grande variété de types divers sans doute encore inconnus doit exister : les Insectes tropicaux, en particulier, devront être examinés à ce point de vue.

Le tableau suivant résume la statistique faite sur les Insectes hôtes des Laboulbéniacées :

Nombre total d'espèces d'Insectes hôtes. .	250
— de genres — . .	86

Coléoptères : 241 espèces (Carabidés : 47 genres, 156 espèces; Staphilinidés : 18 genres, 50 espèces, etc.).

Diptères : 6 espèces; Névroptères (Termites) : 1 espèce; Arachnides (Gasmidés) : 1 espèce.

Les Carabidés l'emportent donc beaucoup sur les autres groupes d'Insectes; mais les 75 Laboulbéniacées qu'ils portent sont peu variées, car 65 appartiennent au genre *Laboulbenia*.

Les Staphinilidés au contraire sont très riches en formes particulières.

Les Insectes aquatiques (les Gyrinidés, nageant à la surface de l'eau, étant mis à part) ne sont infestés que par les quatre genres *Zodiomyces*, *Ceratomyces*, *Hydraeomyces* et *Chitomyces*, dont les deux premiers seuls ont des anthérozoïdes exogènes. En général les Coléoptères attaqués sont ripariens ou aquatiques; cependant on observe de nombreuses formes sur des Insectes terrestres vivant au sec (exemple : *Chilocorus*). La Mouche commune, qui n'a rien de riparien, est fréquemment attaquée.

Positions respectives de l'hôte et du parasite. — Toutes les parties de l'insecte peuvent être attaquées. Mais bien que les antennes, les yeux, les pièces de la bouche et de l'anus soient également exposés quand l'insecte est au repos, il se fait une spécialisation remarquable de certaines espèces sur telle ou telle partie du corps, à tel point que pour certains genres (*Chitonomyces*), la position du parasite suffit pour donner le nom de l'espèce à laquelle il appartient.

Position systématique des Laboulbéniacées. — Même après l'étude approfondie dont nous venons de donner l'analyse, M. Thaxter est d'avis que la place que doivent occuper les Laboulbéniacées est encore d'une grande incertitude.

Ces Champignons sont indubitablement des Ascomycètes : mais où les ranger dans ce vaste groupe? Dès 1853, Montagne et Robin en faisaient des Pyrénomycètes; Karsten, après les avoir rangés d'abord dans les Mucorinées, en fit récemment un groupe spécial intermédiaire entre les Urédinées et les Pyrénomycètes. Peyritsch (1871-73), qui avait observé la fécondation, mais d'une façon incorrecte, considère les Laboulbéniacées comme des Ascomycètes. Cependant il paraît douteux qu'il ait vu les asques, car il leur attribue 8-12 spores, ce qui justifie d'ailleurs la manière de voir de Karsten, lequel considère ces prétendus asques comme de simples agrégats de spores cohérents en masse fusiforme et entourés par une gaîne gélatineuse qui aurait été prise pour une paroi d'asque. Aussi de Bary, suivi par tous les classificateurs, considère-t-il ces Champignons comme des « Ascomycètes douteux ». M. Thaxter fait remarquer que des asques à 4 (rarement 8) spores s'observent *toujours*; ils sont les équivalents morphologiques des asques d'Ascomycètes : les Laboulbéniacées sont donc des Ascomycètes.

Étant donné que, chez ces Champignons, l'asque a, comme il vient d'être démontré, une origine sexuelle, la question de la sexualité chez les Ascomycètes entre dans une phase nouvelle. Cette question a été des plus débattues pendant ces trente dernières années. A la suite des recherches de de Bary sur le *Sphærotheca*, d'Eidam sur l'*Eremascus*, de Janczewski sur l'*Ascobolus*, de Killmann sur le *Pyronema*, de Stahl sur les Collémacées, etc., la sexualité chez les Ascomycètes fut considérée comme un point acquis. Puis une réaction se produisit, due aux recherches de M. Van Tieghem et de Brefeld ; ce dernier, d'un grand nombre de preuves négatives, conclut que les Ascomycètes, en supposant qu'ils soient dérivés des Phycomycètes sexués, ont perdu toute trace d'appareil sexuel. Pour Brefeld en particulier, l'asque est un sporange non sexuel modifié.

Mais les résultats obtenus par Harper avec le *Spherotheca* (1) montrent, selon M. Thaxter, que de Bary avait eu raison en attribuant une origine sexuelle à l'asque, mais qu'il s'était trompé dans les homologations faites entre l'asque et un oogone. Chez les Laboulbéniacées l'origine sexuelle de l'asque est évidente. Il y a une analogie frappante entre les Laboulbéniacées et les Floridées (Algues rouges). D'abord, le mode en croissance de la plante, la structure générale, l'enveloppe gélatineuse, les communications protoplasmiques entre cellules adjacentes, sont des caractères communs aux deux groupes; en outre, le développement des périthèces dans les Laboulbéniacées trouve son parallèle dans certains cystocarpes. Enfin, le type de reproduction sexuelle est identique dans les deux groupes, de même que le mode de vie aquatique ou subaquatique.

D'autre part, les Laboulbéniacées sont indubitablement des Champignons. Ils diffèrent des Floridées par l'absence de chlorophylle, par l'absence de cellulose véritable dans les membranes, par le mode de vie parasitique; les produits de la reproduction sexuelle, asques et ascospores, sont ceux de Champignons et non d'Algues.

---

(1) Voir plus loin l'analyse de ce travail.

M. Thaxter conclut de toutes ces considérations que les Laboulbéniacées sont le terme de passage qui a conduit, phylogénétiquement, des Floridées aux Ascomycètes. Cette manière de voir concorde avec l'idée générale que les Champignons sont des adaptations de types divers issus des divers groupes d'Algues, et constituent un groupe essentiellement hétérogène.

Classification des Laboulbéniacées

Les caractères primordiaux invoqués par M. Thaxter pour classer les nombreuses formes étudiées par lui sont tirés des organes sexuels mâles; ils déterminent trois familles :

Anthérozoïdes exogènes	. . . . . .	Zodiomycètes (2 genres) (aquatiques).
Anthérozoïdes endogènes	Anthéridies composées.	Peyritschiellées (11 genres).
	Anthéridies simples . .	Laboulbéniacées (15 genres).

Les 28 genres, avec leurs caractères succinctement rappelés, sont les suivants :

Groupe I. **Endogènes.** — Anthérozoïdes nés par le mode endogénique.

1re Fam. Peyritschiellées : Cellules anthéridiales groupées en une anthéridie composée.

A. — Dioïques :

G. I. **Dimorphomyces.** — Périthèce et appendices naissant par paire à droite et à gauche de la ligne médiane.

G. II. **Dimeromyces.** — Périthèce et appendices disposés en une série unilatérale.

B. — Monoïques :

G. III. **Cantharomyces.** — Anthéridie latérale, née en dessous d'une branche terminant l'appendice. Périthèce libre.

G. IV. **Haplomyces.** — Anthéridie terminale, se terminant en épine. Périthèce libre.

G. V. **Eucantharomyces.** — Anthéridie terminale, avec canal en forme de cou, les cellules terminales disposées en 5 (?) séries. Périthèce libre.

G. VI. **Camptomyces.** — Anthéridie terminale, avec pore apical proéminent. Cellules anthéridales en 2 (?) séries verticales. Périthèce libre.

G. VII. **Enarthromyces.** — Réceptacle en une seule série de cellules superposées, avec 1-n anthéridies latérales. Périthèce libre.

G. VIII. **Peyritschiella.** — Réceptacle asymétrique résultant de plusieurs séries transversales superposées de cellules, au-dessus de 1-2 cellules basales. Anthéridie unique et latérale. Périthèce libre.

G. IX. **Dichomyces.** — Réceptacle symétrique, formé de plusieurs séries transversales superposées de cellules ; cellule basale unique. Un couple d'anthéridies sur les séries subterminales. Périthèce libre.

G. X. **Hydræomyces**. — Réceptacle asymétrique, sa partie distale unie au péridium ; trois cellules basales superposées. Aquatique.

G. XI. **Chitonomyces**. — Réceptacle asymétrique, sa portion distale unie au périthèce ; deux cellules basales superposées. Aquatique.

2^{me} Fam. LABOULBÉNIÉES : Cellules anthéridiales distinctes, déversant séparément au dehors leurs anthérozoïdes.

A. — Dioïques :

G. I. **Amorphomyces.**

B. — Monoïques :

α. — **Anthéridies disposées en série définie :**

G. II. **Helminthophana.** — Appendice solitaire portant les anthéridies en quatre séries verticales.

G. III. **Stigmatomyces.** — Appendice solitaire portant les anthéridies en une série verticale unique.

G. IV. **Idiomyces.** — Appendices nombreux portant les anthéridies en trois séries verticales.

G. V. **Corethromyces.** — Appendices disposés en touffe, les cellules anthéridiales superposées, formant de petites branches latérales.

G. VI. **Rhadinomyces.** — Appendice unique, avec petites branches terminales stériles. Anthéridies superposées en courtes séries formant de petites branches vers la base de l'appendice.

β. — **Anthéridies non disposées en série définie :**

G. VII. — **Rhizomyces.** — Cellule basale du réceptacle pénétrant dans l'hôte par des excroissances rhizoïdales. Cellule subbasale produisant un seul appendice simple portant latéralement une seule série de branches, dont les cellules basales portent des anthéridies.

G. VIII. **Laboulbenia.** — Réceptacle pluricellulaire formé en partie par union de la base de l'appendice et des cellules pédicellaires du périthèce, ordinairement avec une cellule d'insertion noire.

G. IX. **Teratomyces.** — Réceptacle formé de trois cellules superposées, au-dessus desquelles une série de plus petites cellules, disposées en série transverse, donnent naissance à de nombreux appendices entourant complètement la base du ou des périthèces.

G. X. **Diplomyces.** — Réceptacle symétrique avec émergences postérieures accouplées. Appendices et périthèce aussi accouplés.

G. XI. **Rhacomyces.** — Réceptacle consistant en un axe principal de cellules superposées duquel se séparent, sur un côté, de petites cellules appendiculaires. Périthèces subterminaux.

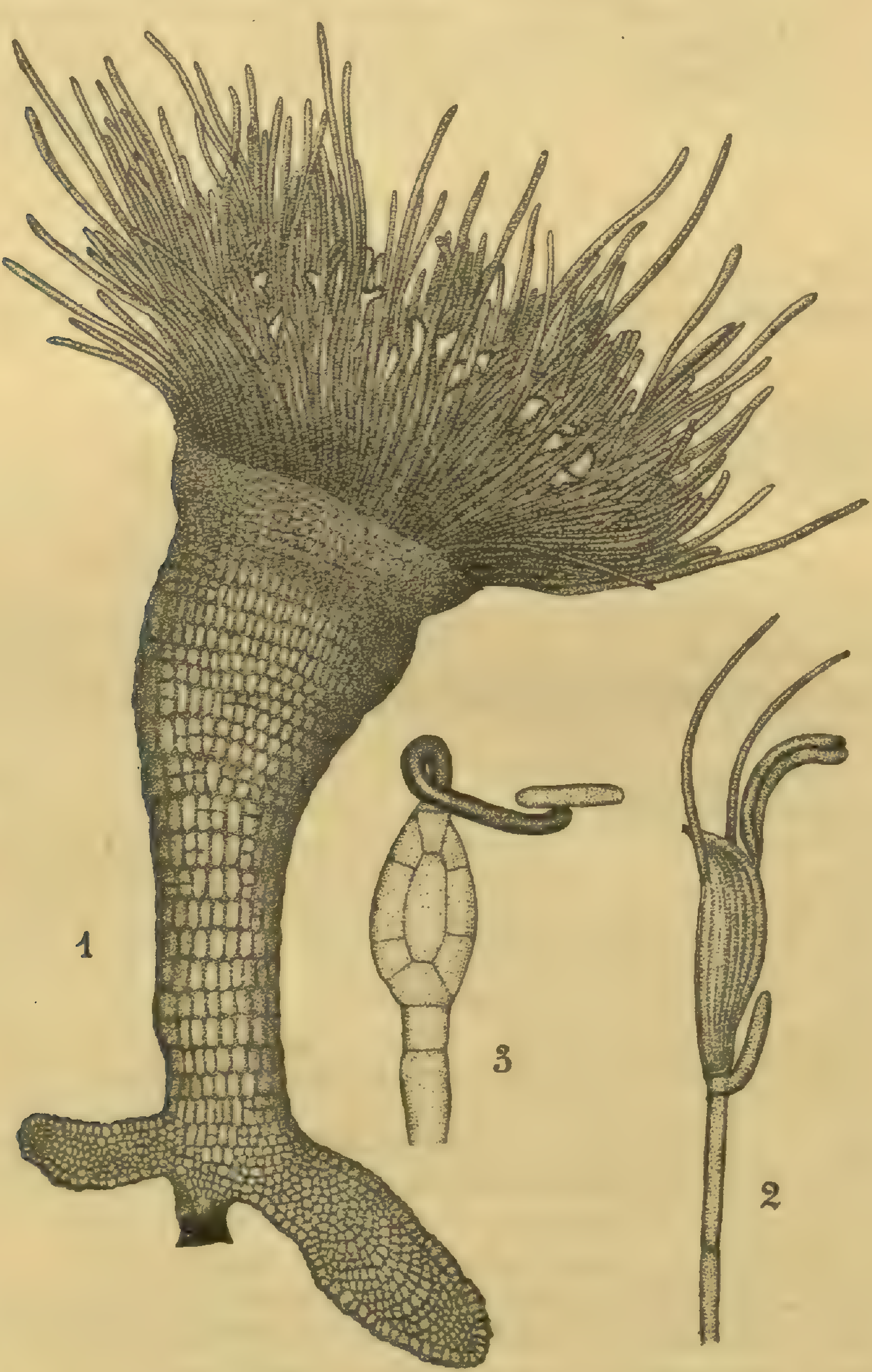


Fig. 1 à 3. — *Zodiomyces vorticellarius* Th. — 1, Individu adulte ; 2, Un périthèce mûr vu de côté ; 3, Périthèce jeune avec anthérozoïde fixé sur le trichogyne (d'après Thaxter).

G. XII. **Chætomyces.** — Réceptacle formé d'une simple série de cellules superposées. Appendices et périthèce formant une seule série verticale.

G. XIII. **Sphaleromyces.** — Réceptacle bicellulaire. Appendice unique et simple portant une série de petites branches anthéridiales superposées en une seule rangée.

G. XIV. **Compsomyces.** — Réceptacle bicellulaire. Cellule supérieure portant en verticille les appendices et le périthèce pédicellé. Périthèce avec deux cellules pédicellaires, la cellule inférieure étant appendiculaire.

G. XV. **Moschomyces.** — Réceptacles bicellulaires, naissant à plusieurs d'une cellule qui a pénétré dans le corps de l'hôte. Périthèce porté sur deux cellules pédicellaires, l'inférieure appendiculaire.

Groupe II. **Exogènes.** — Anthérozoïdes nés par le mode exogénique.

Famille unique. ZODIOMYCÈTES : Mêmes caractères.

G. I. **Ceratomyces.** — Appendice muni de petites branches latérales. Réceptacle paucicellulaire. Parois cellulaires (?) du périthèce au nombre de sept ou plus dans chaque rangée.

G. II. **Zodiomyces.** — Réceptacle pluricellulaire et parenchymateux; de nombreux périthèces entourés d'appendices stériles naissant de son extrémité cupuliforme.

En résumé, M. Thaxter a étudié 28 genres et 152 espèces ; mais il existe encore d'autres formes, qui sont connues mais non décrites.

(*A suivre*). L. MATRUCHOT.

425 — Lille Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

Clautriau : *Les réserves hydrocarbonées des Thallophytes* (Miscellanées biologiques. Travaux de la station zoologique de Wimereux, t. VII, p. 114).

Debray : *Clef pour la détermination des Algues marines du Nord de la France* (Ibid., p. 147).

Ensch : *Notes sur les Myxomycètes* (Ibid., p. 204).

Houard : *Etude anatomique de deux galles du Genévrier* (Ibid., p. 298).

Maige : *Biologie du Lierre terrestre* (Ibid., p. 433).

Marmier : *Le rouissage du Lin* (Ibid , p. 440)

Massart : *La protection des plantes contre les animaux dans le Sahara* (Ibid., p. 446).

Matruchot : *Sur une structure particulière du protoplasma chez une Mucorinée et sur une propriété générale des pigments bactériens et fungiques* (Ibid., p. 452).

Molliard : *Sur les caractères anatomiques de quelques Hémiptérocécidies foliaires* (Ibid., p. 489).

Mouton : *L'osmose dans la matière vivante* (Ibid., p. 505).

Ray : *Sur les maladies cryptogamiques des végétaux* (Ibid., p. 539).

Strasburger (Eduard) : *Ueber Reduktionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich*, mit vier lithographischen Tafeln (Iena, Gustav Fischer, 1900. — Prix, 10 m. 50)

Correns : *Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge*, mit 187 Abdildungen (Iena, Gustav Fischer, 1899. — Prix, 15 m.).

Bræmer et Suis : *Atlas de Photomicrographie des Plantes médicinales*, avec 76 planches en similigravure (Paris, Vigot frères, 1900).

Richet (Ch) : *Dictionnaire de Physiologie* — Deuxième fascicule du tome IV. (Paris, Alcan. 1899).

Scott (D. H.) : *On the Structure and Affinities of Fossil Plants from the Palæozoic Rocks* (Philosophical transactions of the Royal Soc. of London, vol. 191, 1899, p. 81).

Heribaud Joseph (Frère) : *Les Muscinées d'Auvergne* (Paris, 1899).

Mac Millan (Conway) : *Minnesota Plant Life* (Saint-Paul, Minnesota, 30 october 1899).

Husnot : *Graminées. Descriptions, figures et usages des Graminées spontanées et cultivées de France, Belgique, Iles Britanniques, Suisse* (fin), p. 73 à 92 et pl. XXV à XXXIII (Cahan, Orne, 1899).

Guérin : *Recherches sur le developpement du tégument séminal et du péricarpe des Graminées* (Annales des Sciences naturelles, 8e série, t. IX, 1899, p. 1).

Gauchery : *Recherches sur le nanisme végétal* (Ibid., p. 61).

Fron : *Recherches anatomiques sur la racine et la tige des Chénopodiacées* (Ibid., p. 157).

Eriksson (J) : *Nouvelles études sur la Rouille brune des Céréales* (Ibid., p. 241).

Parmentier : *Recherches sur la structure de la feuille des Fougères et sur leur classification* (Ibid., p. 291).

Van Tieghem (Ph.) : *Sur les Cneoracées* (Ibid., p. 365).

— *Sur le genre Penthore, considéré comme type d'une famille nouvelle, les Penthoracées* (Ibid., p. 373).

— *Sur les Coulacées* (Ibid., t. X, p. 125).

— *Sur les genres Actinidie et Sauravie, considérés comme types d'une famille nouvelle, les Actinidiacées* (Ibid., p. 137).

Griffon : *Recherches sur l'assimilation chlorophyllienne* (Ibid., p. 1).

Teodoresco : *Influence des différentes radiations lumineuses sur la forme et la structure des plantes* (Ibid., p. 141).

Giard : *Coup d'œil sur la faune et note sur la flore du Boulonnais* (Boulogne-sur-Mer, 1899).

Lesage : *De la possibilité de quelques mycoses dans la cavité respiratoire basée sur l'hygrométrie de cette cavité* (Paris, 1899).

Géneau de Lamarlière : *Etudes sur la Géographie botanique du département de la Marne* (Bull. de la Soc. d'Etude des Sc. natur. de Reims, 1899)

Harper : *Cell-Division in Sporangia and Asci* (Annals of Botany, december 1899, p. 467).

Worsdell : *Observations on the Vascular System of the Female Flowers of Coniferae* (Ibid., p. 527).

Marshall Ward : *Symbiosis* (Ibid., p. 549).

— *Some Methods for use in the Culture of Algæ* (Ibid., p. 563).

Darwin (F.) : *On Geotropism and the Localization of the Sensitive Region* (Ibid., p. 567).

Wager : *The Sexuality of the Fungi* (Ibid., p. 575).

Stevens : *The compound oosphere of Albugo Bliti* (Botanical Gazette, september 1899).

Mer : *Nouvelles recherches sur un moyen de preserver les bois de la vermoulure* (Annales agronomiques, 1899).

Correns : *Ueber die Vermehrung der Laubmoose durch Blatt-und Sprossstecklinge* (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellschaft, Band XVI).

Prianischnikow : *Eiweisszerfall und Atmung in ihren gegenseitigen Verhältnissen* (Landw. Versuchs-Stationen, 1899).

Hugo de Vries : *Sur la périodicite des anomalies dans les plantes monstrueuses* (en hollandais, avec un résumé en français) (Botanisch Joarbock, 1899).

Voglino : *Di una nuova malattia dell' Azalea indica* (Malpighia, vol. XIII, 1899).

Boubier : *Contributions à l'etude du Pyrenoide* (Bull. de l'Herbier Boissier, juin 1899).

Le Jolis : *Deux points de nomenclature : Ranunculus acer, Sonchus oleraceus* (Soc. Sciences natur. et math. de Cherbourg, 1899)

Scalia : *Prima contribuzione alla conoscenza della Flora Micologica della Provincia di Catania* (Catania, 1899).

Boodle : *On some points in the Anatomy of the Ophioglosseæ* (Annals of Botany, september 1899).

Parmentier : *Recherches taxinomiques sur les Gnavelles de France* (Besançon, 1899).

Wilson (Lucy, L.W.) : *Observations on Conopholis americana* (Publications of the University of Pennsylvania, vol. II, n° 1, p. 3).

Schively : *Recent observations on Amphicarpæa monoica* (Ibid., p. 20).

Harsberger : *Water Storage and Conduction in Senecio præcox* (Ibid., p. 31).

Thompson (Caroline B.) : *Structure and Development of internal Phloem in Gelsemium sempervirens Ait.* (Ibid., p. 41).

Burting (Martha) : *Structure of the Cork Tissues in Roots of some Rosaceous* (Ibid., p. 54).

Simons (Elisabeth) : *Comparative Studies on the Rate of Circumnutation of some Flowering Plants* (Ibid., p. 66).

MacKenney : *Observations on the Development of some Embryo-sacs* (Ibid., p. 80).

Macfarlane : *Observations on some Hybrids between Drosera filiformis and D. intermedia* (Ibid., 87).

Harshberger : *Statistical Information Concerning the Production of Fruits and Seeds in certain Plants* (Ibid., p. 100).

Husnot : *Une Graminée à maintenir dans la flore française* (Bull. de l'Herbier Boissier, août 1899).

Montemartini : *Ricerche sopra la Struttura delle Melanconiee ed i loro rapporti cogli Ifomiceti e colle Sferossidee* (Atti d. Instituto bot. di Pavia, vol. VI, 1899).

— *La Monilia fructigena Pers. e la malattia dei frutti da essa prodotta* (Rivista di Pathologia vegetale, VIII, 1899).

— *Pistillodia dell' antera in Gentiana campestris* (Pavia, 1899).

Delacroix : *Atlas de botanique descriptive comprenant l'étude des familles les plus importantes au point de vue économique (Cryptogames et Phanérogames)* (Paris, Lechevalier, 1899).

Cassarini, Guffroy et **Texier** : *La culture du Chanvre dans la Sarthe. Résultats obtenus par l'emploi du nitrate de soude associé aux autres engrais chimiques* (Paris, 1899).

Guffroy : *A propos de la brunissure* (Bull. Soc. mycologique, XIV).

Plateau : *Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. Etude sur le rôle de quelques organes dits vexillaires* (Mém. Soc. zoologique de France, t. XI, p. 339).

Pollacci : *Intorno alla presenza dell' Aldeide formica nei vegetali* (Atti d. Instituto bot. di Pavia, vol. VI, 1899).

Czapek : *Ueber die sogenannten Ligninreactionen des Holzes* (Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XXVII, 1899)

Harper : *Nuclear phenomena in certain stages in the development of the Smuts* (Transactions of the Wisconsin Academy, vol. XII, 1899).

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Février 1900

N° 134

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1900

I. — SUR UNE STRUCTURE PARTICULIÈRE CHEZ UNE MUCORINÉE ET SUR UNE PROPRIÉTÉ GÉNÉRALE DES PIGMENTS BACTÉRIENS ET FONGIQUES (avec deux planches), par **M. L. Matruchot** . . 33

II. — SUR UNE NOUVELLE PHALLOÏDÉE, LE LYSURUS BEAUVAISI (avec figures dans le texte), par **M. M. Molliard** 61

III. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE DE L'ASSIMILATION CHLOROPHYLLIENNE. — SUR LE PREMIER PRODUIT D'ORGANISATION DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE DANS LES PLANTES A CHLOROPHYLLE AVEC QUELQUES REMARQUES SUR LE ROLE PHYSIOLOGIQUE DE L'INOSITE, par le **Dr S. Posternak** *(fin)*. 65

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE, publiés pendant les années 1894-1899, par **M. E. Drake del Castillo** 74

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHES 1 et 2. — Protoplasma d'un *Mortierella*.

Cette livraison renferme en outre trois gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR UNE STRUCTURE PARTICULIÈRE DU PROTOPLASMA
CHEZ UNE MUCORINÉE
et sur une propriété générale des pigments bactériens et fongiques (1)

par **M. L. MATRUCHOT**

Planches 1 et 2

Malgré les nombreux travaux qui, depuis vingt ans, ont eu pour objet l'étude des Bactéries chromogènes, nul expérimentateur, à ma connaissance, n'a cherché à étudier l'action des pigments bactériens en nature sur le protoplasma d'autres organismes vivants. Il est cependant possible d'obtenir, dans cette voie, des résultats intéressants. Ainsi, par exemple, en faisant végéter simultanément, sur un même milieu, une Bactérie chromogène à pigment violet et un Champignon filamenteux, on peut obtenir une imprégnation du protoplasma du Champignon par le pigment excrété hors de la Bactérie ; et, comme l'action de la matière colorante est élective, que le pigment ne se fixe que sur une partie du protoplasma, cette technique, théoriquement très simple mais pratiquement assez délicate, constitue une véritable méthode de coloration permettant de révéler, tout au moins en partie, la structure du protoplasma.

Dans le travail dont je vais exposer les résultats, j'ai appliqué cette méthode à l'étude de la structure et de l'évolution du protoplasma dans une espèce de Mucorinées, *Mortierella reticulata* Van T. et Le M.

Fait intéressant à noter dès maintenant, cette méthode de coloration semble devoir être assez générale, car, ainsi qu'on le verra plus loin, des résultats analogues et très concordants peuvent être obtenus, avec le même *Mortierella reticulata*, en choisissant comme organisme chromogène non plus une Bactérie, mais un Champignon. Dans ce cas il convient de faire choix d'un Champignon chromogène *excrétant son pigment au dehors* et susceptible par conséquent de se prêter à l'expérience ; il est essentiel aussi de choisir un Champignon à mycélium très distinct du mycélium de *Mortierella*, afin de reconnaître sans erreur, dans le lacis inextricable de leur végétation simultanée, ce qui appartient respectivement à l'une ou à l'autre des deux espèces en présence.

---

(1) Extrait des *Miscellanées biologiques* dédiées au professeur Alfred Giard, à l'occasion du XXV^e anniversaire de la fondation de la Station zoologique de Wimereux (1874-1899).

Enfin, une fois reconnue cette propriété générale des pigments, on peut, ainsi qu'il sera dit plus loin, en faire l'application à un certain nombre de cas particuliers, et apporter de la sorte quelque lumière sur divers points obscurs de la biologie et de la systématique des Champignons et des Bactéries.

Le plan du présent travail est donc le suivant :

§ 1. — Étude des organismes chromogènes employés.
  a. Bactéries chromogènes (*Bacillus violaceus*, *Bacterium violaceum*).
  b. Champignon chromogène (*Fusarium polymorphum*).

§ 2. — Étude de *Mortierella reticulata*.

§ 3. — Coloration du contenu cellulaire de *Mortierella* par le pigment de l'organisme chromogène : étude de la structure et de l'évolution du protoplasma dans cette Mucorinée.

§ 4. — Observations sur la distribution de certains pigments ; examen de quelques cas particuliers ; explication de divers faits singuliers signalés dans la répartition des pigments.

§ 1. — ÉTUDE DES ORGANISMES CHROMOGÈNES EMPLOYÉS.

A. **Bactéries chromogènes**. — Deux Bactéries chromogènes à pigment violet m'ont servi dans mes recherches.

L'une est un Bacille allongé dont les éléments ont en moyenne 4-5 μ de longueur sur 1 μ de largeur (Pl. 1 et 2, fig. 24). Malgré sa grande taille je le crois identique au *Bacillus violaceus* Eisenberg. Je l'ai isolé de l'eau de Seine à plusieurs reprises, d'où je conclus qu'il doit s'y trouver habituellement. Cultivé sur gélatine nutritive, il donne des colonies à bords ondulés, avec apparition de pigment d'abord vers le centre; puis la gélatine est liquéfiée. Sur pomme de terre, les colonies sont étalées, à contours irréguliers, et généralement jaunâtres.

Dans des conditions que malheureusement je n'ai pu que mal préciser, cette Bactérie est active productrice de pigment. En particulier sur divers milieux solides, gélatine, gélose, tranche de betterave, carotte, etc., en présence d'une atmosphère facilement renouvelée, à une température ne dépassant pas 20°, le Bacille donne en général une proportion assez élevée de cultures pigmentées; mais son pouvoir chromogène reste toujours en apparence capricieux, et après un certain nombre de reports successifs, les cultures perdent de plus en plus la propriété de sécréter du pigment. Là est une des difficultés les plus délicates de la technique exposée ici (1).

Les caractères qui viennent d'être indiqués rapprochent à la fois ma Bactérie violette du *Bacillus violaceus* d'Eisenberg [6]*, (surtout de la forme étudiée sous le même nom par Frankland [9]), et du Microcoque violet que décrivent Cornil et Babès [4]. Au témoignage de G. de Lagerheim [15], ce serait aussi l'espèce étudiée par Tils [29] sous le nom de *Bacillus janthinus* Zopf. Ajoutons enfin que les *Bacillus violaceus* Schrœter [27] et *Bacillus violaceus* Toni et Trev. [30] s'en éloignent à différents égards, et conformément à l'opinion de G. de Lagerheim doivent être confondus avec *Bacteridium violaceum* Schrœter [28]. Malgré quelques caractères différenciels (taille, cultures sur pomme de terre, etc.) je considère donc ma première Bactérie violette comme étant le *Bacillus violaceus* d'Eisenberg.

La deuxième Bactérie à pigment violet, dont je me suis servi, est un Bacille court et ovale (fig. 25) ayant poussé spontanément sur du pain moisi : il mesure 1-2 μ sur 0 μ 5. C'est sans doute le *Bacterium violaceum* de Trelease [31], que G. de Lagerheim [15] identifie, à tort selon moi, avec le *B. violaceus* Eisenberg. Il est beaucoup moins chromogène que le *Bacillus violaceus* et donne, au point de vue qui nous occupe, des résultats moins satisfaisants.

---

(1) J'ai remarqué à plusieurs reprises que le pigment de *B. violaceus* était extrêmement abondant (la culture devenant violet foncé) quand un Champignon se développait simultanément dans la culture. Si, comme le pense Bourquelot [2]*, le pigment est dû à l'action d'un ferment oxydant sur un phénol, on est en droit de supposer que sur les composés phénoliques fabriqués par la Bactérie agit non seulement le ferment oxydant d'origine bactérienne, mais aussi le ferment oxydant du Champignon lui-même.

(*) Les chiffres entre crochets renvoient à l'Index bibliographique, page 57.

Le pigment fabriqué par ces deux bactéries n'est pas visible dans l'intérieur des cellules ni sur les parois ; il se montre excrété au dehors à travers la membrane. Le *Bacillus violaceus* végétant sur milieux solides produit des colonies zoogléiques dont le contour est lobé et dont la surface est profondément sillonnée. C'est en dehors de la partie gélifiée de la membrane, par conséquent *en dehors de la zooglée elle-même*, que le pigment est rejeté. Il s'accumule en des endroits variés, de préférence dans les sillons et les méandres de la surface ; et c'est là que le mycélium du Champignon qu'on étudie, prenant contact avec la matière colorante, l'absorbe et la fixe sur son protoplasma comme il sera expliqué plus loin. Ces amas de pigment, d'un violet parfois intense, sont facilement visibles avec un très faible grossissement du microscope. Sans rien préjuger de la nature de ce pigment, et uniquement pour simplifier le langage, je donnerai, dans la suite de cet exposé, au pigment de *Bacillus violaceus* le nom de *violacéine*.

B. **Champignon chromogène**. — On sait que les matières pigmentaires sont très répandues chez les Champignons. Mais elles on été étudiées surtout chez les Champignons supérieurs, et celles que l'on connaît le mieux sont celles qui restent incluses dans la cellule ou se fixent sur la membrane. Il est cependant tout un groupe de pigments qui sont excrétés au dehors des cellules, et les Champignons inférieurs en fournissent de nombreux exemples. Les petites Pézizes dont le mycélium colore en vert le bois pourri, *Chlorosplenium æruginosum* (= *Helotium æruginosum*) et *Chl. æruginascens*, dont M. Vuillemin [36] vient de reprendre l'étude, sont précisement dans ce cas : nous y reviendrons plus loin.

De même diverses Mucédinées et Tuberculariées (*Aspergillus*, *Sterigmatocystis*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Fusisporium*, *Volutella*, etc.) produisent fréquemment, surtout dans les parties les plus humides des cultures artificielles, des pigments qui sont mis en liberté dans le milieu ambiant.

Pour le but que je me proposais, j'ai eu recours de préférence à un *Fusarium*, *F. polymorphum* Mat., dont le mycélium excrète, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le signaler [17], un pigment vert bleuâtre, parfois assez abondant. C'est surtout dans les régions très sporifères, au voisinage et sur le flanc même des tubercules sporifères, que le pigment est produit en plus grande quantité. Il est excrété hors des cellules, et peut se fixer sur le protoplasma d'un autre Champignon, qu'on fera végéter sur le même substratum simultanément avec le *Fusarium*. Si ce deuxième Champignon est à mycélium *non cloisonné*, comme un *Mortierella* par exemple, il sera facile de reconnaître, au microscope, les filaments qui lui appartiennent, les *Fusarium* ayant toujours le mycélium nettement et régulièrement *cloisonné*.

Fait très remarquable, le pigment de *Fusarium* se fixe sur le contenu des filaments de *Mortierella*, de la même façon que le pigment de *Bacillus violaceus*. Bien qu'à un moindre degré et dans des conditions plus difficiles à réaliser, il fait apparaître, dans le protoplasma de la Mucorinée, une structure très semblable à celle que fournit l'action de la Bactérie chromogène. Les pigments excrétés, qu'ils soient d'origine bactérienne ou fongique, jouissent donc d'une remarquable propriété commune; les résultats qu'ils fournissent se corroborent mutuellement et présentent ainsi un caractère de grande généralité.

On conçoit d'ailleurs que cette méthode puisse être étendue à l'étude d'une foule d'organismes inférieurs (Champignons divers, Algues, Protozoaires, etc.), pourvu qu'ils soient susceptibles de vivre en compagnie d'organismes chromogènes. Peut-être même serait-il possible d'étudier par ce procédé la structure du protoplasma de certaines cellules des animaux supérieurs (leucocytes teintés par le pigment de *Bacillus pyocyaneus*, par exemple). Il ne semble pas que l'attention des bactériologistes ait été attirée de ce côté.

Je vais exposer ici les résultats obtenus en expérimentant sur *Mortierella reticulata*.

§ 2. — MORTIERELLA RETICULATA Van T. et Le M.

La morphologie et le développement de *Mortierella reticulata* ont été étudiés en détail par MM. Van Tieghem et Le Monnier [33 et 34]. Ce Champignon, cultivé sur des milieux nutritifs liquides, présente un mycélium immergé, formé de tubes grêles et irréguliers (Pl. 1 et 2, fig. 4) portant des rameaux rhizoïdes, auquel fait suite un mycélium aérien dépourvu de rhizoïdes. Sur le mycélium immergé prennent naissance de nombreuses chlamydospores à paroi lisse, qui sont de simples enkystements locaux de protoplasma (fig. 4,6,7). Sur le mycélium aérien se voit nettement la ramification en forme de diapason si caractéristique des filaments de *Mortierella* (fig. 1); et de place en place, à la maturité, se dressent sur ce mycélium des sporangiophores donnant naissance d'abord à un gros sporange terminal à 4-8 spores, puis à quelques petits sporanges latéraux à 1-4 spores (fig. 1, 8, 9).

Les spores nées dans les sporanges (sporangiospores) sont très caractéristiques (fig. 2, 3, 4) : leur membrane assez épaisse se différencie en endospore et exospore, et l'exospore présente des lignes saillantes disposées en un élégant réseau superficiel qui a fait donner au Champignon son nom spécifique.

Le *Mortierella reticulata* qui a servi à mes recherches diffère quelque peu du type décrit par MM. Van Tieghem et Le Monnier. L'appareil sporifère, de taille plus grande, atteint normalement 250μ, parfois 350 μ de hauteur, tandis que l'espèce type n'a que 150 μ de haut. Il porte des branches sporifères latérales *nombreuses*, souvent *elles-mêmes ramifiées* (fig. 8). Les chlamydospores aquatiques y sont de diamètre moindre, 10-15 μ au lieu de 25 μ. Enfin le réseau exosporique des sporangiospores (fig. 2) est plus délicat, à trame plus mince et à mailles plus nombreuses que dans l'espèce type. Mais toutes ces différences sont insuffisantes pour constituer un type spécifique distinct, et je considère le Champignon de mes cultures comme une simple variété de *Mortierella reticulata*.

§ 3. — COLORATION DU CONTENU CELLULAIRE DE *MORTIERELLA* : STRUCTURE ET ÉVOLUTION DU PROTOPLASMA.

Si l'on parvient à obtenir sur le même milieu une colonie chromogène de *Bacillus violaceus* et une culture abondante de *Mortierella reticulata*, on voit bientôt les filaments rampants et immergés du Champignon s'assimiler une partie du pigment et de place en place se teinter de violet franc.

Un examen rapide au microscope permet de voir que la violacéine s'est fixée sur les gouttelettes huileuses que renferme le protoplasma, sur les noyaux et sur le protoplasma lui-même ; dans aucun cas, la membrane cellulaire ne se colore par le pigment.

Le même résultat est obtenu, avec coloration du protoplasma en vert, par la culture simultanée du *Mortierella* et du *Fusarium*.

La fixation du pigment sur les gouttelettes d'huile du Champignon n'a rien qui doive surprendre : divers pigments bactériens et fongiques sont, en effet, solubles dans les huiles, ou se combinent avec elles en donnant des composés de même couleur. Pour les Champignons, en particulier, M. Van Tieghem [35] a depuis longtemps montré que le pigment vert des spores de *Penicillium* se dissout dans l'huile. Enfin toute une catégorie de pigments fongiques, les lipochromes, si abondants dans les Urédinées et dans divers Basidiomycètes et Ascomycètes, s'y montrent toujours associés (en solution ou en combinaison) avec les inclusions huileuses.

La fixation du pigment violet de *Bacillus violaceus* et du pigment vert de *Fusarium polymorphum* sur le protoplasma de la Mucorinée constitue au contraire une notion biologique nouvelle. A ma connaissance, personne jusqu'à ce jour n'a eu l'idée de chercher à colorer le protoplasma par le pigment en nature d'un organisme chromogène. A la vérité, dans le courant de juillet 1898, par conséquent plus de dix-huit mois après la publication des premiers résultats obtenus par moi [18 et 19], — mais, je m'empresse de le dire, sans avoir eu connaissance de la méthode que j'employais, — M. Rosenberg [26] a eu l'idée d'appliquer, à la coloration du liège et de la cuticule des végétaux supérieurs une dissolution alcoolique de *prodigiosine* (pigment rouge du *Micrococcus prodigiosus*). Cet auteur a constaté que, sous l'influence du réactif, outre les membranes subérifiées qui deviennent rouges, les parties lignifiées des membranes et le contenu des cellules se colorent légèrement en rose. Par l'action rapide de l'alcool, la coloration s'efface du contenu des cellules et des parties lignifiées, mais persiste dans les parois subérifiées et aussi, s'il en existe, dans les gouttelettes huileuses des cellules. M. Rosenberg a donc observé la coloration du « contenu cellulaire » par la *dissolution alcoolique* de prodigiosine ; mais son attention ne semble pas avoir été attirée sur ce point, il ne fait que signaler le fait en passant, il ne précise pas sur quelles parties du contenu cellulaire s'est faite la fixation de la matière colorante.

Remarquons à ce propos que l'affinité des pigments bactériens pour le protoplasma et le noyau complète l'analogie remarquable qu'on a déjà signalée entre ces principes colorants et les couleurs d'aniline, analogie qu'on fondait, jusqu'alors, surtout sur les réactions chimiques et les propriétés optiques. Ce qui vient d'être dit pour le *Fusarium polymorphum* montre que la même remarque est applicable à certains pigments de Champignons.

Par l'emploi de *Bacillus violaceus*, le protoplasma de *Mortierella reticulata* se colore partiellement, et, dans les conditions de l'expérience, cette coloration y décèle une structure assez particulière. Il est malheureusement difficile d'obtenir des préparations de filaments mycéliens colorés sur une assez grande longueur. D'autre part, bien que la structure du protoplasma de cette espèce semble évoluer avec l'âge en obéissant à des règles constantes, il n'est pas possible de lire, *sur un même filament*, depuis l'extrémité jeune jusqu'à l'extrémité la plus âgée, les divers stades de cette évolution. Enfin la coloration semble parfois capricieuse, et tandis que sur un point du mycélium la structure mise en évidence est assez nette elle cesse de l'être en des points très voisins, sans qu'on puisse dire si ce dernier effet est dû à l'action inégale de la matière colorante ou à un état particulier du protoplasma. Pour toutes ces raisons, on doit se contenter de préparations morcelées, d'observations isolées, et c'est seulement par la *mise en série* des faits observés qu'on peut arriver à se faire une idée de la structure fondamentale et de l'évolution du protoplasma dans le mycélium immergé du Champignon. La méthode ne s'applique, on le comprend aisément, ni au mycélium aérien ni aux fructifications sporangiales.

Dans la partie jeune des filaments, à l'extrémité en voie de croissance par exemple, je n'ai pas réussi à mettre en évidence une structure différenciée du protoplasma, et je suis porté à croire qu'à l'état jeune, et en dehors des très fins granules qu'il peut renfermer, le protoplasma a une structure homogène.

Dans les parties très âgées du mycélium immergé, en dehors des chlamydospores aquatiques, le protoplasma a disparu en totalité ou en partie. Là où il subsiste, il est très fortement granuleux, souvent bourré de gouttelettes d'huile, et je n'ai pu y découvrir aucune trace de structure régulière. Souvent dans les filaments âgés, on n'observe que des traces de protoplasma adhérentes à la membrane cellulaire ; çà et là sont des globules graisseux soit inclus dans le protoplasma, soit en suspension dans l'eau plus ou moins chargée de substances étrangères qui remplit tout le reste de la cavité mycélienne.

C'est seulement dans les parties moyennement âgées du mycélium qu'une constitution morphologique du protoplasma peut s'observer nettement. Les fig. 10 et 23 représentent quelques-uns des principaux stades de l'évolution du protoplasma, rendus visibles par le procédé de coloration. Voici comment je relie entre eux ces divers stades et comment j'interprète les faits observés :

Dès que le protoplasma n'étant plus très jeune cesse d'être homogène, il se fait en lui une séparation, un *départ* entre deux protoplasmas différents : 1° un protoplasma parfaitement hyalin, indifférent au réactif colorant, constituant une sorte de *hyaloplasma* ; 2° un protoplasma légèrement granuleux, fixant la matière colorante, et au milieu duquel se forment des gouttelettes huileuses de plus en plus abondantes qui, plus fortement encore que le protoplasma, fixent le réactif colorant. Ce protoplasma granuleux correspond à l'*enchylema* de certains auteurs.

La différenciation en hyaloplasma et enchylema se fait parallèlement à l'axe du filament et donne naissance à un certain nombre de cordons d'enchylema, disposés côte à côte, parallèlement entre eux, et noyés au milieu d'une masse hyaloplasmique générale (Pl. 1 et 2, fig. 10, 13, 19, 20, etc.).

Le nombre des cordons varie avec la grosseur du filament mycélien. Une seule fois, dans un filament très ténu, j'ai observé seulement deux cordons, lesquels étaient légèrement courbés en spirale (fig. 10). Dans les filaments plus gros, il y a cinq, six et jusqu'à huit ou dix de ces cordons ; ceux-ci sont placés côte à côte, parfois tous rectilignes sur une assez grande longueur, parfois tous contournés en spirale, comme si le filament qui les renferme avait subi une torsion autour de son axe (fig. 12, 17, 19). Cette torsion est quelquefois très accusée ; dans ce cas les cordons visibles à la face supérieure du filament se projettent presque à angle droit sur les cordons de la face inférieure, et leur ensemble prend l'apparence d'un réseau à mailles subrectangulaires (fig. 19). Mais jamais dans ce cas il n'y a réseau véritable par soudure ou anastomose des cordons entre eux. Si parfois l'on observe une anastomose entre deux cordons contigus (*a*, fig, 11), c'est un fait exceptionnel et isolé.

Quand, en un point du mycélium, le nombre des cordons enchylémateux augmente d'une unité, c'est par dédoublement de l'un d'entre eux, et non par différenciation, au sein même de l'hyaloplasma ambiant, d'un cordon supplémentaire et isolé (fig. 12, 18).

Le calibre des cordons est assez constant dans un même filament ou mieux dans une même portion de filament ; mais en passant d'un filament à un autre, on peut observer des variations du simple au quadruple.

Le départ entre enchylema et hyaloplasma se fait de façon symétrique autour de l'axe du filament, et les cordons se trouvent ainsi disposés régulièrement à une distance sensiblement constante et toujours très faible de la périphérie. Même lorsque le filament mycélien est volumineux et renferme jusqu'à huit ou dix cordons, aucun de ces cordons n'est central : sur une coupe transversale schématique, ils seraient disposés sur une circonférence concentrique au pourtour du filament.

Il semble donc que la cause de la différenciation ait en partie une origine périphérique et ne réside pas uniquement dans les propriétés intrinsèques du protoplasma. Faut-il voir là un résultat des phénomènes d'osmose qui se produisent à la périphérie du filament immergé ? Ces échanges se produisant de façon symétrique autour de l'axe, les changements moléculaires qu'ils amènent dans la constitution du protoplasma tendraient à donner à celui-ci une symétrie radiaire autour de cet axe, autrement dit à établir une disposition des cordons d'enchylema telle que chacun de ceux-ci fût, vis-à-vis de la membrane périphérique, dans la même position relative que ses congénères. Evidemment il ne s'agit là que d'une simple hypothèse : toutefois il m'a paru intéressant de la signaler, car elle est de même nature que la théorie émise par M. Houssay [13] pour expliquer, par des manifestations de phénomènes osmotiques, certaines figures de la division cellulaire (1).

Les cordons d'enchylema varient, parfois considérablement, de forme et de calibre. Au contraire la zone d'hyaloplasma qui sépare deux cordons voisins semble être un élément de dimension plus constante : quels que soient le calibre du filament et celui des cordons qu'il renferme, les profils de deux cordons contigus laissent voir entre eux une zone claire dont la largeur est toujours très sensiblement la même (3/4 de μ environ). Une telle régularité, opposée aux variations très grandes du calibre des cordons, est remarquable. Elle a évidemment son origine dans de simples actions capillaires.

---

(1) Depuis la première publication, en septembre 1899, du présent travail, un mémoire de M. L. Mangin (*Observations sur la membrane des Mucorinées*. Journal de Botanique, nº 9, paru en décembre 1899) a mis en évidence l'hétérogénéité de la membrane chez diverses Mucorinées. La coupe transversale de la membrane est parfois comme festonnée vers l'intérieur, chaque feston correspondant à une bande de cellulose différenciée dans la membrane. Peut-être en est il de même dans le *Mortierella reticulata*, et ce serait alors l'hétérogénéité de la membrane qui serait la cause de la différenciation du protoplasma sous-jacent.

Je considère les cordons enchylémateux comme étant le siège des courants protoplasmiques qu'on observe dans les parties moyennement jeunes du mycélium ; le hyaloplasma qui les englobe est doué d'une certaine rigidité et n'est le siège d'aucun courant protoplasmique.

Une observation que j'ai faite sur des filaments vivants vient à l'appui de cette manière de voir :

Dans une préparation faite rapidement, non colorée, et montée dans une goutte d'eau ordinaire, où par conséquent les filaments jeunes sont examinés à l'état vivant, j'ai vu l'un de ces filaments se briser à l'extrémité, et j'ai assisté pendant plusieurs minutes au déplacement de gouttelettes d'huile à son intérieur, et à leur sortie à l'extrémité. Cette sortie se faisait avec lenteur, et j'ai pu suivre avec précision l'itinéraire suivi par un grand nombre de gouttelettes. Toutes suivaient le même chemin et semblaient glisser à l'intérieur d'un tube creusé dans le protoplasma ambiant. Les gouttelettes les plus petites suivaient ainsi sans se déformer toute la longueur du tube visible dans le champ du microscope. Les gouttelettes de taille moyenne s'étranglaient plus ou moins au passage des régions étroites, pour reprendre ensuite, dans les parties plus larges, leur forme sphérique. Enfin les gouttelettes très volumineuses restaient constamment déformées, s'allongeant et s'amincissant dans les parties étroites, se raccourcissant au contraire et s'étalant en largeur dans les parties les plus larges du tube, en un mot se déformant à la façon de ces gouttes de mercure qu'on promène à l'intérieur des tubes de verre qu'on veut calibrer.

Le profil du tube, déterminé ainsi par le contour apparent des gouttelettes d'huile qui y circulent, m'a paru être, par sa forme, ses dimensions, ses variations de calibre, son trajet sinueux, identique à l'un des cordons que met en évidence la matière colorante. D'autre part, les préparations colorées par la violacéine montrent que c'est au sein du protoplasma des cordons d'enchylema que se forment les gouttelettes huileuses. De cette double observation, et aussi de l'examen des courants protoplasmiques visibles sur quelques filaments vivants, je conclus que, dans le mycélium de ce Champignon, la partie circulante du protoplasma se meut à l'intérieur des cordons enchylémateux décrits plus haut.

L'observation des gouttelettes d'huile se déplaçant à l'intérieur d'un cordon montre aussi que l'hyaloplasma n'est pas un liquide très fluide : puisque sa résistance est suffisante pour déformer les gouttelettes d'huile, c'est qu'il présente une certaine rigidité. W. Pfeffer [23] a constaté le même fait sur l'hyaloplasma des Myxomycètes.

La structure qui vient d'être décrite n'est pas sans rappeler la structure filaire observée par Flemming [8] dans diverses cellules animales et végétales. Elle rentre mieux encore dans la conception de Hanstein [11] ; pour cet auteur, le protoplasma, indépendamment du suc cellulaire qu'il renferme, est formé d'une partie périphérique molle, hyaline, plus dense (*hyaloplasma*), et d'une partie centrale moins dense et plus ou moins fluide (*enchylema*) renfermant des granulations (*microsomata*). Quant au suc cellulaire, il est interposé entre les mailles protoplasmiques et par suite en contact uniquement avec l'hyaloplasma ; il diffère de l'enchylema à la fois par sa nature et son origine. C'est là une théorie très conforme aux faits observés dans *Mortierella*.

Me fondant sur cette idée que les cordons étaient le siège des courants protoplasmiques et pouvaient par suite être assimilés à des canalicules creusés dans l'hyaloplasma, j'ai donné [18] à la structure ainsi observée le nom de *structure canaliculaire*. Elle s'éloigne profondément, malgré certaines apparences, de la structure spiralée signalée par Fayod [7] chez diverses cellules végétales et retrouvée par Franzé Rezso [10] chez les *Scenedesmus*.

En vieillissant, les cordons d'enchylema se morcellent, et ce morcellement se fait par un processus analogue à celui qui a produit la première différenciation du cytoplasma. De distance en distance apparaissent, en effet, des disques de nature hyaloplasmique (fig. 12, 16, 17, 18, 20) qui constituent comme autant de solutions de continuité dans les cordons d'enchylema. Ces disques présentent les caractères suivants :

En premier lieu, ils ont, au moment où ils se forment, une épaisseur assez constante et égale à celle de la zone qui sépare deux cordons contigus (3/4 de μ environ) : ces disques semblent donc être, comme celle-ci, déterminés par l'action de forces moléculaires.

En second lieu, ils constituent une section nette, *plane*, sensiblement perpendiculaire à la direction du cordon tronçonné. Ceci me paraît venir à l'appui des raisons que j'ai déjà données plus haut, de la rigidité relative de l'hyaloplasma : si celui-ci était parfaitement fluide, les surfaces terminales des tronçons d'enchylema seraient convexes et non planes.

Enfin les disques semblent s'épaissir peu à peu aux dépens de l'enchylema ; dans les filaments âgés les cordons sont de plus en plus morcelés, et à la fin il ne reste de l'enchylema que des particules flottantes ou accolées à la membrane, tout le reste de la cavité mycélienne étant occupé par du liquide d'origine hyaloplasmique. A ce dernier stade, l'hyaloplasma est en effet devenu entièrement aqueux. Sans que rien marque aux yeux cette transformation intime, il semble avoir augmenté peu à peu sa teneur en eau, et à la fin il n'est plus qu'une solution aqueuse de diverses substances de rebut.

M. Van Tieghem [34] avait déjà été frappé des caractères particuliers du protoplasma des *Mortierella*. Il avait signalé son aspect spécial et lui attribuait une composition chimique particulière. Il avait enfin noté que dans les filaments immergés vieillissants, le protoplasma « disparaît progressivement, en se diluant uniformément », et « ne paraît pas se diviser en protoplasma pariétal et suc cellulaire ». Mes observations confirment cette manière de voir et montrent par quel processus se fait la dégénérescence du protoplasma. J'ajoute que ces faits ne permettent pas d'admettre, dans le mycélium immergé de *Mortierella*, l'existence de vacuoles autonomes avec membrane différenciée, comme De Vries, Went et divers autres en ont décrit chez les végétaux supérieurs. Il y a ici une liquéfaction, une sorte de fonte sur place, du protoplasma hyalin, sans trace de membrane à aucun moment.

L'évolution et la dégénérescence de l'enchylema des cordons ne se fait pas toujours simultanément pour les cordons d'une même portion de mycélium. Il arrive fréquemment que l'un des cordons ait gardé une structure homogène alors que ses voisins ont déjà subi plus ou moins complètement la dégénérescence huileuse (fig. 14, 15, 16).

Enfin, la dégénérescence peut être assez marquée pour que la presque totalité de l'enchylema d'un des cordons soit transformé en globules huileux sur une certaine longueur, les cordons voisins étant encore à peu près intacts (*o*, fig. 14 et 15). Dans ce cas, les gouttelettes venant à se souder entre elles constituent une masse unique, à peu près cylindrique, qui remplit la cavité du cordon sur une longueur plus ou moins grande.

Colorations de noyaux. — Le pigment vert de *Fusarium* et surtout la violacéine du *Bacillus violaceus* colorent aussi, dans le cytoplasma du *Mortierella*, de petits corps que j'assimile avec doute à des noyaux. Lors même que la coloration est nettement accusée (Pl. 1 et 2, fig. 13, 14, 19, 21, 22, 23), ce pseudo-noyau se montre constitué uniquement par un granule colorable de dimension variable (0 μ 5 de diamètre en moyenne). Même avec un bon objectif à immersion je n'ai pu y distinguer la structure que signalent divers auteurs, en particulier M. Léger [16] : membrane enveloppante, zone claire périphérique, nucléole central. Seul le nucléole central (?) serait ici mis en évidence ; mais ne s'agit-il pas tout simplement de granulations protoplasmiques plus volumineuses que les autres ?

La répartition de ces pseudo-noyaux dans le cytoplasma n'est nullement régulière. C'est dans l'enchylema seulement qu'ils sont inclus, et encore s'y distribuent-ils d'une façon tout à fait inégale. Les cordons enchylémateux à peu près cylindriques sont parfois dépourvus de ces pseudo-noyaux sur une assez grande longueur ; ceux-ci se tiennent, de préférence, dans les parties renflées des cordons. Il y a lieu de remarquer, à ce sujet, que le diamètre des cordons d'enchylema dépasse souvent à peine celui de ces granulations : dans ces conditions, on conçoit que de simples actions capillaires entraînent les pseudo-noyaux dans les parties élargies des cordons. La fig. 10 montre une disposition très caractéristique à cet égard : sur une assez grande longueur du filament, deux pseudo-noyaux *n* seulement sont visibles et se sont rassemblés dans la partie renflée d'un des deux cordons. La fig. 21 représente un fragment de mycélium où aucune autre structure régulière n'est apparente ; les pseudo-noyaux *n* y sont nombreux et rassemblés sans ordre.

Discussion des résultats obtenus. — Une question importante se pose. Dans quelle mesure les résultats obtenus avec cette méthode de coloration nous renseignent-ils sur la structure, à l'état vivant, du protoplasma, et sur les diverses phases de sa dégénérescence physiologique ?

Et tout d'abord, le protoplasma, dans ces conditions très spéciales, se colore-t-il à l'état vivant ? et, après avoir été teinté par la violacéine, reste-t il, pendant un certain temps encore, du protoplasma vivant ? A priori, les deux hypothèses se peuvent soutenir. D'ordinaire, il est vrai, le cytoplasma et le noyau ne prennent les colorants qu'après avoir été tués au préalable. Cependant divers observateurs ont réussi, à l'aide de procédés particuliers, à colorer le protoplasma à l'état vivant (1). Dès 1881, Brandt, Certes, Henneguy, coloraient des Infusoires en les faisant vivre dans des solutions très diluées de matières colorantes (brun Bismarck). Plus récemment, Przesmycki, en employant du *neutralroth* et du bleu de méthylène légèrement modifié par l'addition de substances étrangères, est arrivé à obtenir, non seulement une coloration du noyau et des granulations protoplasmiques, mais encore une coloration rose diffuse dans tout le cytoplasma de divers Infusoires. De même, avec le même neutralroth, Prowazek [24] a pu colorer le cytoplasma dans les Opalines. M. Henneguy enfin a montré qui si les couleurs d'aniline acides ne se fixent pas sur le protoplasma vivant, certaines couleurs basiques peuvent le faire. Les unes (brun Bismark neutralisé) colorent d'une teinte diffuse la substance fondamentale et d'une teinte plus foncée les granulations qu'elle renferme. Les autres, et c'est le plus grand nombre, ne colorent que les granulations en laissant l'hyaloplasma incolore. Il semble que, pour la violacéine, on soit dans ce dernier cas, quant au mode d'élection de la matière colorante ; mais sur la question de savoir si le protoplasma est teinté à l'état vivant ou mort je n'ai aucune donnée positive.

---

(1) Toutes les indications relatives à ce point spécial ont été puisées dans l'excellent livre de M. Henneguy sur *La Cellule* (1894) et dans les Leçons professées par le même auteur, en 1897-98, au Collège de France.

Mais il est à mes yeux une question plus importante que la précédente. Dans l'action du *Bacillus violaceus* sur le mycélium de *Mortierella*, on peut considérer d'une part l'action propre de la bactérie, en tant que déterminant, autour des filaments du Champignon, un milieu très spécial, au point de vue physique comme au point de vue chimique ; on peut considérer, d'autre part, le fait de la fixation du pigment sur le protoplasma. Or ces deux facteurs, action de la bactérie, fixation de la violacéine sur le protoplasma, ne produisent-ils pas l'un ou l'autre une déformation de la constitution du protoplasma, de sorte que la structure observée serait une structure anormale, pathologique ? En un mot, n'a-t-on pas sous les yeux des accidents morphologiques dus à l'action du réactif très spécial auquel on a recours ?

Il ne semble pas, en premier lieu, que la coloration par la violacéine modifie un état de choses préexistant dans le protoplasma. Dans les préparations colorées, en effet, le contour apparent des cordons est toujours net, et quand il y a torsion les tours de spire sont réguliers. Il me paraît qu'il n'en serait pas ainsi si l'action de la matière colorante déformait la structure du protoplasma. D'autre part la fixation du pigment bactérien sur toute une portion du mycélium y fait apparaître des structures différentes, qui dérivent visiblement les unes des autres et qui ne sont pour ainsi dire que des stades d'évolution d'un même protoplasma à divers âges. Si la structure observée était due à l'action du réactif sur un protoplasma homogène, la constitution morphologique ainsi mise en évidence devrait être sensiblement la même sur toute la longueur du filament. Puisqu'il n'en est rien, c'est qu'avant l'action du pigment le protoplasma n'était pas le même aux divers points ; c'est donc qu'il évolue dans sa forme interne, et la structure observée est précisément l'image de cette forme interne rendue apparente à nos yeux. Et puisque, d'une part à l'état vivant (observation précédemment relatée sur l'écoulement de gouttelettes huileuses dans le protoplasma vivant), d'autre part après coloration par le pigment, les cordons d'enchylema semblent garder même contour, c'est que l'action de la violacéine ne déforme que très peu, ou même pas du tout, la structure du protoplasma.

Quant à la culture bactérienne elle-même, considérée comme déterminant un milieu physique ou chimique tout à fait spécial, son action sur le protoplasma est beaucoup plus vraisemblable. Il se peut, en effet, que dans de telles conditions de vie, le cytoplasma des filaments immergés prenne des caractères spéciaux et soit le siège d'une dégénérescence particulière.

Concurremment avec cette dégénérescence cytoplasmique, il se ferait dans les noyaux des transformations régressives : disparition de la membrane nucléaire et de la zone claire périphérique, passage des corps chromatiques dans le protoplasma, peut-être avec chromatolyse, ainsi que Flemming l'a observé dans diverses cellules animales. Ainsi s'expliquerait la structure simplifiée des pseudo-noyaux observés par moi.

Dans cette hypothèse d'une dégénérescence particulière, les divers stades d'évolution du protoplasma signalés plus haut devraient être considérés comme le fait, non d'une évolution normale, physiologique, mais bien d'une dégénérescence pathologique, due par exemple à l'action toxique des produits excrétés par la bactérie. Bien qu'on ne puisse fournir aucune donnée positive à cet égard, il y avait lieu de faire une réserve sur ce point. Toutefois il est intéressant de constater que cette dégénérescence se présenterait avec les mêmes caractères dans le cas où l'organisme chromogène commensal est un Champignon (*Fusarium*) au lieu d'être une Bactérie.

Résumé du § 3. — En résumé, dans les filaments immergés de *Mortierella* placés dans les conditions indiquées, on peut distinguer dans l'évolution du protoplasma trois phases successives :

1^re^ phase. Le cytoplasma est d'abord homogène.

2^me^ phase. Le cytoplasma se différencie en *hyaloplasma* transparent et non colorable, et *enchylema* granuleux et colorable. L'enchylema affecte la forme de cordons cylindriques en nombre variable noyés dans la masse hyaloplasmique générale. Seul l'enchylema renferme des corps qu'on puisse assimiler à des noyaux. Enfin il semble que ce soit seulement dans l'intérieur des cordons que se meuve la partie circulante du protoplasma.

3^me^ phase. Le cytoplasma subit une double dégénérescence : dégénérescence huileuse de l'enchylema, dégénérescence aqueuse de l'hyaloplasma. D'une part, en effet, on voit apparaître, au milieu du protoplasma des cordons enchylémateux (lesquels se morcellent peu à peu) des gouttelettes huileuses de plus en plus nombreuses et volumineuses. D'autre part, l'hyaloplasma, d'abord relativement rigide et résistant, capable par exemple de déformer une gouttelette d'huile glissant en contact avec lui, se transforme peu à peu en un liquide hyalin très fluide, qui semble n'être que de l'eau renfermant quelques substances dissoutes.

Au terme extrême de l'évolution du protoplasma, il ne reste, à l'intérieur de la membrane des filaments, que de l'eau tenant en solution des substances de rebut et des gouttelettes d'huile flottantes ou attenantes aux parois.

Examen de quelques cas particuliers ; comparaison avec d'autres Mucorinées. — La technique précédemment indiquée ne fournit pas toujours des résultats rentrant dans le cadre évolutif schématique qui précède. A diverses fois, j'ai observé une structure alvéolaire très nette (Pl. 1 et 2, fig. 22, 23) ; dans ce cas, c'est l'enchylema qui constitue la masse fondamentale et qui englobe dans ses mailles l'hyaloplasma. Celui-ci affecte alors la forme de globules subsphériques qu'on prendrait au premier abord pour des vacuoles de suc cellulaire.

Il en est de même si l'on s'adresse à d'autres Mucorinées que les *Mortierella*. En appliquant la méthode de coloration par la violacéine à des espèces des genres *Mucor* et *Helicostylum* en particulier, j'ai obtenu parfois une structure canaliculaire comparable à celle que je viens de décrire chez *Mortierella ;* mais souvent c'est la structure alvéolaire qui est mise en évidence. La structure canaliculaire observée dans les conditions indiquées, structure qu'un instant j'avais cru assez générale chez les Mucorinées [19], ne l'est donc pas. Elle est la règle dans les *Mortierella*, dont j'ai étudié à cet égard plusieurs espèces ; elle semble être l'exception chez les autres Mucorinées.

Peut-être faut-il voir là l'effet de la composition chimique toute particulière du protoplasma des *Mortierella ;* ainsi que M. Van Tieghem [34] l'a fait remarquer, c'est un protoplasma fortement réfringent et riche en matières grasses ; l'odeur alliacée qu'il dégage est caractéristique et le différencie de toutes les autres

Mucorinées. A cette composition chimique particulière correspondrait un état physique et une évolution spéciale du protoplasma ; au moment où se fait le *départ* des deux substances constitutives, enchylema et hyaloplasma, la disposition relative que prennent ces deux substances, leur état d'équilibre respectif, correspondrait, dans les *Mortierella*, à la structure canaliculaire, dans laquelle l'hyaloplasma forme la masse englobante et l'enchylema la masse englobée. Par exception, dans certains filaments, sans doute plus pauvres en matières grasses, c'est la structure alvéolaire qui apparaît, l'enchylema formant à son tour la masse englobante.

Chez la plupart des autres Mucorinées, c'est l'inverse qui a lieu. Le protoplasma, moins riche en matières grasses, prend d'ordinaire la structure alvéolaire ; par exception seulement, on y peut observer la structure canaliculaire, là sans doute où la teneur du protoplasma en matières grasses est plus élevée qu'ailleurs.

On voit aussitôt quelle importante conséquence découle de cette manière de voir, relativement à la genèse et à la valeur morphologique des vacuoles de Mucorinées. Les globules de la structure alvéolaire doivent être considérés comme ayant la même nature et la même origine que l'hyaloplasma de la structure canaliculaire ; comme lui ils sont formés d'un protoplasma inapte à fixer la matière colorante, et présentant une certaine rigidité (voir plus haut p. 44) ; ils évoluent comme lui en empiétant peu à peu sur l'enchylema ambiant ; ils subissent enfin comme lui la dégénérescence aqueuse. Envisagées à la lumière de ces faits, les vacuoles aqueuses des Mucorinées nous apparaissent donc comme le terme extrême de la dégénérescence de globules hyaloplasmiques, nés par différenciation au sein du protoplasma et s'accroissant en volume par une sorte de fonte sur place de l'enchylema qui les entoure.

Leur origine, comme on le voit, diffère profondément, à mes yeux, de celle qui a été signalée pour les vacuoles des végétaux supérieurs, à la suite des travaux de De Vries et de son école : là il s'agit de véritables organites de la cellule, se multipliant par bipartition et possédant une membrane autonome.

§ 4. — APPLICATION DES NOTIONS QUI PRÉCÈDENT A L'ÉTUDE DE CERTAINS CAS DE PIGMENTATION ; FAUSSE PIGMENTATION, AUTOIMPRÉGNATION.

De la connaissance des pigments bactériens et fongiques, et de leur mode d'action sur le contenu cellulaire d'organismes vivants, découlent des conséquences variées et dont quelques-unes sont sans doute assez importantes. J'en veux citer quelques exemples.

Certains faits de production ou de répartition de pigments, restés jusqu'ici assez inexpliqués, deviennent aisément compréhensibles. Ainsi M. Dangeard [5] a récemment signalé la production d'une matière colorante rouge à l'intérieur d'un mycélium de *Mucor racemosus*, le liquide ambiant restant incolore. L'auteur ne fournit aucune explication de cette anomalie, singulière chez une Mucorinée, mais il a pris soin de noter, *comme coïncidence*, le développement d'un *Penicillium* à la surface du liquide : dès lors l'explication devient pour moi évidente. Il est à remarquer, en effet, que le pigment excrété par le mycélium d'un Champignon est parfois différent de celui qui reste fixé sur l'appareil fructifère et qui donne au Champignon sa nuance caractéristique. Il existe en particulier, ainsi que je m'en suis assuré à plusieurs reprises, divers *Penicillium* à spores vertes qui diffusent, dans les liquides de culture, un pigment rouge. M. Van den Dries [32] a observé le même fait sur le *Sterigmatocystis nigra* : ce Champignon, cultivé sur liqueur Haydack, produit des formes levures et donne (les spores n'étant pas en contact avec la liqueur) une petite quantité de matière colorante rouge se dissolvant dans le liquide. Dans la culture faite par M. Dangeard, c'est précisément le *Penicillium* qui avait sécrété la matière colorante rouge. Ce pigment avait diffusé dans le liquide, mais trop peu abondamment pour le colorer ; il avait ensuite été peu à peu absorbé par les filaments de *Mucor*, sur lesquels il s'était fixé par places.

D'autres fois il y a coloration du Champignon par lui-même : telle partie du mycélium se colore, parce que son protoplasma fixe un pigment que telle autre partie du mycélium avait, au préalable, diffusé dans le milieu ambiant.

Dans son intéressante étude sur le *Monascus purpureus*, M. C.

Went [38] signale la bizarrerie de la répartition de la matière colorante dans ce Champignon. Il y a des filaments incolores et des filaments colorés en pourpre. Parfois, de deux cellules qui se font suite dans le thalle, l'une est colorée, l'autre reste incolore. Le périthèce peut présenter quatre cas différents : il peut être tout à fait incolore ; ou bien les spores sont incolores, mais la couche couvrante est colorée ; ou encore les spores peuvent être pourpres et les filaments couvrants incolores ; ou enfin, le tout a une couleur pourpre foncé.

J'ai observé les mêmes faits dans l'*Eurotiopsis Gayoni* Cost., étudié par M. Laborde [14], et dans une espèce du même genre que je nomme *Eurotiopsis Saussinei* (1). J'ai constaté qu'il s'agit, dans ce cas, d'un pigment excrété au dehors et susceptible de se fixer sur des filaments prenant par hasard contact avec lui.

Cette simple notion suffit pour comprendre la répartition inégale, si capricieuse en apparence, de la coloration du mycélium dans ces diverses espèces.

Il en est de même pour le mycélium et les organes reproducteurs des Pézizes qui colorent le bois en vert. Ici encore, il s'agit, comme on le sait depuis longtemps, d'un pigment excrété au dehors par le mycélium. Dans une intéressante étude qu'il vient de consacrer à ces Champignons et surtout à l'*Helotium æruginascens*, M. Vuillemin [36] constate que le pigment se montre en particulier sur des corps sphériques ou elliptiques à contours nets, mesurant 0 μ 2 à 0 μ 4 de diamètre. Ces petits corps sont, pour M. Vuillemin, de véritables chromoleucites, définis dans leur forme, leur taille et se multipliant par bipartition. Mais outre ces corps verts, outre les gaînes amorphes de pigment excrété qu'on observe à l'extérieur des filaments, le pigment vert se présente souvent en amas irréguliers sur le mycélium, dans le faux tissu des périthèces, dans l'intérieur des asques, dans les paraphyses, dans l'intérieur des ascospores et des conidies. Il n'y a d'ailleurs aucune régularité ni aucune constance dans le phénomène. Cette localisation capricieuse du pigment se comprend fort bien, selon moi, si l'on y voit, dans certains cas, le résultat d'une auto-imprégnation du Champignon par son propre pigment d'abord excrété au dehors. Ce pigment se fixerait, suivant les cas, sur tout le cytoplasma (cas des spores uniformément imprégnées de vert), ou seulement sur les granules protoplasmiques, ou sur les noyaux, ou sur les inclusions huileuses. De la sorte s'expliquerait aussi le fait, en apparence singulier, cité par M. Vuillemin, que les ascospores vertes sont stériles et même incapables de germer : il est à présumer que de telles spores sont stériles parce que la fixation du pigment sur leur protoplasma les a tuées ou s'est faite seulement après leur mort.

---

(1) Cette espèce m'a été envoyée de la Martinique par mon camarade et ami M. Saussine, professeur au lycée de Saint-Pierre.

M. Vuillemin a retrouvé des corps verts, en tout semblables aux précédents, dans les filaments d'un Pyrénomycète vivant au voisinage. Mais « en y regardant de très près, dit-il, j'ai pu me convaincre que les grains verts du Pyrénomycète... provenaient de l'*Helotium*. J'ai réussi rarement à découvrir le filament très délicat renfermant les corps verts », et c'était un filament d'*Helotium* ayant envahi l'intérieur du mycélium du Pyrénomycète. Mais même en l'absence de filaments d'*Helotium* ayant ainsi pénétré par effraction, on s'explique fort bien la présence des grains verts dans les cellules, en admettant qu'il y a eu coloration partielle du Pyrénomycète par le pigment vert que la Pézize avait pu diffuser dans le milieu ambiant.

Il n'est pas jusqu'aux corps verts observés par M. Vuillemin dans des Amibes vivant sur le « bois verdi » qui ne puissent s'expliquer très simplement de la même façon. Mais il faut ajouter que l'auteur a observé plusieurs fois des restes de membranes de filaments autour de ces corps verts, et considère avec raison qu'il y a eu dans ce cas ingestion du Champignon par l'Amibe.

Enfin il convient de signaler l'utilité que peuvent présenter, pour la systématique de divers groupes d'Ascomycètes, ces notions nouvelles sur les pigments. On fait parfois intervenir comme caractères spécifiques la coloration ou la non-coloration des spores, des paraphyses, etc. Ce qui vient d'être dit montre que ce caractère n'est pas toujours précis, puisqu'une même espèce peut avoir, selon les circonstances, ses paraphyses, ses asques et ses spores tantôt incolores et tantôt colorées.

Ainsi le *Mollisia Jungermanniæ* Ness est une Pézize dont les spores sont incolores et les paraphyses incolores d'après certains auteurs (Rehm [25], etc.). Or j'ai eu occasion d'observer la même espèce avec des paraphyses colorées en vert. Cooke [3], d'autre part, décrivant cette espèce, a donné les spores comme vert-bleu, surtout dans les échantillons âgés. Nul doute qu'il ne s'agisse là de phénomènes de pigmentation secondaire, par auto-imprégnation, et de tels exemples pourraient, je crois, être multipliés.

Les mêmes considérations trouveraient sans doute leur emploi dans la systématique des Bactériacées. Ainsi le *Bacillus erythrosporus* Cohn doit son nom à cette particularité, sans doute unique parmi la multitude des espèces de Bactéries, que les spores y sont colorées (en rouge sale). Mifflet [22] a constaté que la coloration rouge des colonies ne se manifeste que dans les cultures déjà âgées et il la croit corrélative de l'apparition de spores rouges dans les bacilles. Bien que je n'aie jamais eu sous les yeux le *Bacillus erythrosporus*, il ne fait aucun doute pour moi que Cohn et Mifflet ont dû faire erreur. Ils ont considéré comme général et comme ayant une valeur spécifique un caractère qui est, en effet, très étrange chez une Bactérie, mais qui s'explique fort bien, selon moi, par une pigmentation secondaire, une auto-imprégnation de cette bactérie chromogène ; dans cette hypothèse, le caractère de la coloration des spores perd à la fois sa généralité et sa valeur spécifique, et nul doute à mes yeux que le *B. erythrosporus* ne se laisse identifier avec une des nombreuses bactéries banales qu'on a observées, comme lui, dans l'air ou dans les liquides de putréfaction.

CONCLUSIONS.

Des recherches que je viens d'exposer, on peut tirer les principaux résultats suivants :

I. **Bactéries chromogènes.** — Certaines Bactéries, telles que *Bacillus violaceus, Bacterium violaceum,* excrètent hors des colonies zoogléiques un pigment violet (*violacéine*) susceptible de se fixer sur d'autres organismes vivant au contact de la zooglée.

La violacéine se fixe en particulier sur le contenu cellulaire (jamais sur la membrane) de Champignons se développant sur le même milieu que *Bacillus violaceus.*

La violacéine est une matière colorante élective : elle ne colore pas l'hyaloplosma et se fixe uniquement sur le cytoplasma granuleux ou enchylema, sur des éléments qu'on peut assimiler aux noyaux, sur les inclusions huileuses.

L'action de la violacéine *en nature* permet donc de mettre partiellement en évidence la structure du protoplasma et de suivre en particulier son évolution et les divers stades de sa dégénérescence.

II. — **Champignons chromogènes.** — Divers Champignons chromogènes, tels que *Fusarium polymorphum*, excrètent au dehors de leur membrane et diffusent dans le milieu ambiant un pigment vert jouissant presque au même degré que la violacéine des propriétés qui viennent d'être indiquées.

III. **Applications.** — Cette méthode de coloration a été appliquée en particulier à l'étude de la structure et de l'évolution du protoplasma d'une Mucorinée, *Mortierella reticulata.* En faisant végéter simultanément sur le même milieu la Mucorinée et l'organisme chromogène (Bactérie ou *Fusarium*), j'ai mis en évidence, dans le protoplasma du mycélium immergé de *Mortierella*, une structure assez particulière que j'appelle *structure canaliculaire.* Les principaux points de cette structure sont résumés page 49. En comparant avec la structure alvéolaire, qui est la règle chez les autres Mucorinées alors que la structure canaliculaire y est l'exception, j'ai été amené à présenter une nouvelle manière de voir quant à la genèse et à la valeur morphologique des vacuoles des Mucorinées.

IV. **Fausse pigmentation et auto-imprégnation.** — En appliquant les notions ainsi acquises sur les pigments, j'ai montré que divers cas, en apparence singuliers, et restés jusqu'alors inexpliqués, de production ou de répartition de pigments, deviennent aisément compréhensibles. Tantôt il s'agit d'une *fausse pigmentation*, simple coloration par un organisme chromogène étranger (*Mucor*, Pyrénomycète du *bois verdi*). Tantôt il y a pigmentation secondaire, c'est-à-dire *auto-imprégnation* de l'organisme par son propre pigment au préalable excrété au dehors (*Monascus purpureus*, *Eurotiopsis Gayoni*, *E. Saussinei*, Pézizes du *bois verdi*, *Mollisia Jungermanniæ*, *Bacillus erythrosporus*).

Ces considérations trouvent même leur emploi dans la systématique des Champignons et des Bactéries (1).

---

(1) Le présent travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. **Bergonzini.** — Sopra un nuovo bacterio colorato (*Ann. d. Soc. d. natural. Modena*, ann. XIV, Disp. 3, sér. II).

2. **Bourquelot.** — Art. *Champignons* du *Dictionnaire de Physiologie* de **Richet**.

3. **Cooke.** — Myc., p. 48, pl. 22, fig. 87 (d'après **Rehm**).

4. **Cornil** et **Babès.** — Les Bactéries, t. I, p. 146 (1890).

5. **Dangeard.** — Sur la production accidentelle d'une matière colorante rouge dans une culture de *Mucor racemosus* (*Le Botaniste*, 5e Série, 1897, p. 318).

6. **Eisenberg.** — Bakteriologische Diagnostik. (Hambourg et Leipzig, 2e édit.,1888).

7. **Fayod.** — La structure du protoplasma vivant [*Revue générale de Botanique*, t. 3 (1891)].

8. **Flemming.** — Zellsubstanz, Kern-und Zelltheilung (Leipzig, 1882).

9. **Frankland.** — Ueber einige typische Mikroorganismen im Wasser und im Boden, p. 394 (*Zeitsch. f. Hyg.* Bd. 6, 1889).

10. **Franzé Rezso.** — Adatok a *Scenedesmus* morphologiajahoz (*Természetrajzi Fusetek*, t. XV (1892), avec résumé allemand).

11. **Hanstein.** — Das Protoplasma als Träger der pflanzlichen und thierischen Lebensverrichtungen (Heidelberg, 1888) (d'après **Henneguy**).

12. **Henneguy.** — Leçons sur la Cellule (1894), et Cours professé au Collège de France en 1897-98.

13. **F. Houssay.** — Le rôle des phénomènes osmotiques dans la division cellulaire et les débuts de la mitose (*Anatomischer Anzeiger*, t. XIV, no 12, 1898, p. 305).

14. **Laborde.** — Recherches physiologiques sur une moisissure nouvelle (*Thèse Fac. Sc. Paris*, Bordeaux, 1896).

15. **G. de Lagerheim.** — Las Bacterias violadas (Quito, 1891).

16. **M. Léger.** — Recherches sur la structure des Mucorinées (*Thèse Fac. Sc. Paris*, Poitiers, 1895).

17. **L. Matruchot.** — Recherches sur le développement de quelques Mucédinées, p. 90 (Paris, A. Colin, 1892).

18. L. Matruchot. — Sur la structure du protoplasma fondamental dans une espèce de *Mortierella* (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. CXXIII, p. 1321, 28 déc. 1896).

19. L. Matruchot. — Sur la structure et l'évolution du protoplasma des Mucorinées (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXXVI, p. 1363, 9 mai 1898).

20. L. Matruchot. — Sur une méthode de coloration du protoplasma par les pigments bactériens (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXXVII, p. 830, 21 nov. 1898).

21. L. Matruchot. — Sur une méthode de coloration du protoplasma par les pigments des Champignons (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXXVII, p. 881, 28 nov. 1898).

22. Mifflet. — Untersuchungen über die in der Luft suspendirten Bacterien (*Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, t. III, 1879).

23. Pfeffer (W.). — Zur Kenntniss der Plasmahaut, p. 258.

24. Prowazek. — *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, t. 63 (1897), d'après Henneguy).

25. Rehm. — Kryptogamen Flora. Pilze III, p. 548.

26. O. Rosenberg. — Ueber die Verwendung von Prodigiosin in der botanischer Mikrotechnik (*Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie*, Band. XV, heft 1, p. 56 (juillet 1898).

27. Schœter. — Pilze Schlesiens, p. 157, Breslau.

28. Schœter. — Ueber einige von Bacterien gebildete Pigmente (*Cohn's Beitr. z. Biologie der Pflanzen*, Bd. I, heft 2).

29. Tils. — Bacteriologische Untersuch. der Freiburger Leitungwasser, p. 311 (*Zeitschr. f. Hyg.*, Bd. 9, h. 2). Leipzig, 1890.

30. De Toni et Trevisan. — Schizom., p. 978 (in Saccardo *Sylloge Fungorum*, vol. VIII, 1889).

31. Trelease. — Observations on several Zoogloeæ and related forms. (*Johns Hopkins Univ. Stud. f. t. Biol. Labor.*, vol. III, nº 4, Baltimore, 1885).

32. Van den Dries. — Les matières colorantes azotées chez les Champignons (*La Cellule*, t. XIII, 1897, p. 415).

33. Van Tieghem et Le Monnier. — Recherches sur les Mucorinées (*Annales des Sc. nat. Bot.*, 5e série, t. XVII, 1873).

34. Ph. Van Tieghem. — Nouvelles recherches sur les Mucorinées (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 6e série, t. I, 1875).

35. Ph. Van Tieghem. — Recherches sur la vie dans l'huile (*Bull. Soc. Bot.*, t. 28, 1881).

36. P. Vuillemin. — Le Bois verdi (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*, 1898).

37. M. Ward. — A violet Bacillus from the Thames (*Ann. of Bot.*, vol. XII, 1898, p. 59).

38. Went. — Monascus purpureus : le Champignon de l'Ang-Quac, une nouvelle Thélébolée (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, t. 1, 1895, p. 1).

EXPLICATION DES PLANCHES 1 ET 2

Fig. 1-23. *Mortierella reticulata.* — Fig. 24. *Bacillus violaceus.*
Fig. 25. *Bacterium violaceum.*

Fig. 1. — Mycélium aérien de *Mortierella*, montrant la ramification en diapason, et portant un pied sporangifère : *a*, amorce de deux sporanges latéraux. Gr. × 720.

Fig. 2. — Grosse spore isolée, montrant le fin réseau exosporique. Gr. × 720.

Fig. 3. — Spore gonflée commençant à germer. Gr. × 720.

Fig. 4. — Germination plus avancée: *c*, chlamydospore aquatique. Gr. × 720.

Fig. 5. — Mycélium immergé présentant des cloisons transversales disposées assez régulièrement. Gr. × 720.

Fig. 6 et 7. — Mycélium immergé portant des chlamydospores aquatiques. Gr. × 720.

Fig. 8. — Pied sporangifère ramifié au second degré ; *s*, spore détachée. Gr. × 240.

Fig. 9. — Pied sporangifère normal, dont les sporanges sont tombés. Gr. × 650 environ.

Fig. 10. — Jeune filament immergé coloré par la violacéine à une certaine distance de son extrémité ; deux cordons enchylémateux sont distincts sur une certaine longueur ; *n*, partie renflée d'un des cordons, avec deux pseudo-noyaux. Gr. × 980.

Fig. 11. — Partie moyennement jeune de mycélium immergé, montrant cinq cordons colorés par la violacéine ; *a*, anastomose entre deux cordons contigus. Pour la clarté de la figure, les cordons n'ont pas été dessinés dans toute leur longueur, et les pseudo-noyaux n'ont pas été figurés. Gr. × 980.

Fig. 12. — Partie de mycélium plus âgé que le précédent : les cordons enchylémateux y sont morcelés de façon irrégulière par des lames hyaloplasmiques telles que *c* ; en *b*, on voit une bifurcation d'un des cordons. Gr. × 980.

Fig. 13. — Filament coloré sur une assez grande longueur, mais ne présentant que partiellement une structure régulière. Gr. × 840.

Fig. 14. — Filament ramifié montrant des cordons dont l'évolution est inégalement avancée : à côté de cordons encore non morcelés, on en voit d'autres ayant déjà subi de façon marquée la dégénérescence huileuse. La coloration a été faite par le pigment vert de *Fusarium polymorphum*. Gr. × 980.

Fig. 15. — Une partie de la figure précédente, plus fortement grossie. Gr. × 1450.

Fig. 16. — Portion de mycélium colorée par le pigment vert de *Fusarium*. On y voit un seul cordon net, au milieu d'une masse protoplasmique ayant subi un commencement de dégénérescence huileuse. La figure a été légèrement schématisée. Gr. × 1600.

Fig. 17. — Vue perspective d'un filament mycélien de calibre irrégulier : la région étroite ne renferme que deux cordons : la région élargie en renferme quatre dont deux ont subi une dégénérescence plus marquée que les deux autres. Gr. × 1200.

Fig. 18. — Portion de mycélium montrant à la fois la bifurcation *b* des cordons, et leur sectionnement par des lames hyaloplasmiques transversales *c*. Gr. × 1200.

Fig. 19. — Vue perspective d'un morceau de mycélium où les cordons s'enroulent assez régulièrement en spirale, et donnent par leur superposition l'impression d'un réseau quadrillé. Gr. × 980.

Fig. 20. — Mycélium coloré avec la violacéine ; *e*, lame hyaloplasmique morcelant un des cordons Gr. × 840.

Fig. 21. — Filament coloré par la violacéine et ne montrant aucune trace de structure cytoplasmique ; *n*, noyaux ; *o*, inclusions huileuses, se détachant en violet foncé sur un violet pâle uniforme. Gr. × 840.

Fig. 22. — Protoplasma à structure spongieuse : contrairement à ce que montrent toutes les figures précédentes, l'hyaloplasma est ici englobé dans les mailles de l'enchylema. Gr. × 980.

Fig. 23. — État évolutif intermédiaire entre les stades représentés dans les figures 21 et 22. Gr. × 840.

Fig. 24. — *Bacillus violaceus* ; éléments isolés. Gr. × 980.

Fig. 25. — *Bacterium violaceum* : éléments isolés. Gr. × 1200.

SUR UNE NOUVELLE PHALLOÏDÉE

LE *LYSURUS BEAUVAISI*

par M. Marin MOLLIARD.

Parmi les nombreux matériaux botaniques que mon ami M. J. Beauvais, chancelier interprète à la légation française de Longtchéou (Province du Kouang-Si), a récoltés aux environs de cette ville et dont il a bien voulu me confier l'étude, se trouvent deux échantillons adultes d'une même espèce de Phalloïdée, appartenant au genre *Lysurus*, dont on ne connaissait jusqu'ici qu'une seule espèce, également chinoise, le *L. Mokusin* Fries. Je décrirai d'abord ces échantillons pour en comparer ensuite les caractères à ceux de l'espèce déjà connue, et étudiée en détail par M. Patouillard (1).

Les deux exemplaires, dont l'un est représenté par la figure 4, ont sensiblement les mêmes dimensions, 9 cm. de longueur sur 1,5 cm. de largeur maxima, c'est-à-dire mesurée dans la partie moyenne. Le stipe est logé à sa base dans une volve ayant environ 3 cm. de long, assez étroitement engaînante, échancrée latéralement et terminée à sa base par un filament radiciforme simple ou bifurqué. Ce stipe, légèrement, mais nettement fusiforme, présente des côtés très saillantes, régulières, qui sont au nombre de quatre dans un échantillon, de cinq dans le second ; il est constitué par des lames très minces de tissu délimitant au centre un large canal, continu dans toute sa longueur, et autour de ce canal des loges ou cellules disposées assez symétriquement. Le canal axial est bordé par huit ou dix de ces loges, suivant qu'il existe quatre ou cinq côtes au stipe, chaque côte ayant pour base en section transversale deux de ces loges ; le reste de la côte présente une série linéaire et radiale de cinq cellules, la cellule attenant aux deux cellules basilaires étant elle-même le plus souvent divisée en deux compartiments dont l'un est plus

(1) Patouillard : *Fragments mycologiques. XI. — Organisation du Lysurus Mokusin* Fries (Jour. d. Bot. IV, 1890, p. 253).

petit que l'autre (fig. 5) ; la cellule terminale de chaque côté est assez souvent ouverte suivant l'arête de la côte ; il en résulte une fente longitudinale suivant cette arête. Toutes ces loges sont limitées dans le sens de la longueur par des cloisons transversales, irrégulièrement disposées. Il n'existe pas de perforations dans le stipe en dehors de l'ouverture des loges extrêmes des côtes que nous venons de signaler.

Le stipe s'atténue vers le haut pour donner naissance à une région réceptaculaire longue de 2 cm. ; dans cette région les côtes du stipe font place à autant de côtes sporifères qui se terminent à quelque distance de la partie terminale du stipe ; ces côtes sont donc soudées à leur extrémité ; chacune d'elles est constituée par une sorte de tube creux à section subpentagonale et à paroi épaisse ; la cavité interne n'offre aucune division radiale ou transversale en loges, elle est simple et continue (fig. 6) ; les faces de ces côtes qui sont tournées vers l'axe sont soudées par une fine membrane très peu résistante, qui par sa déchirure peut déterminer une fente étroite séparant les branches sporifères ; les faces internes sont lisses et complètement dépourvues de spores ; c'est sur les quatre autres faces légèrement rugueuses que se trouve une gleba brunâtre ; celle-ci ne fait défaut que dans la région tout à fait externe des côtes sporifères, c'est-à-dire dans la région qui correspond à l'arête opposée à la face interne, et qui continue l'arête des côtes du stipe ; il peut se pro-

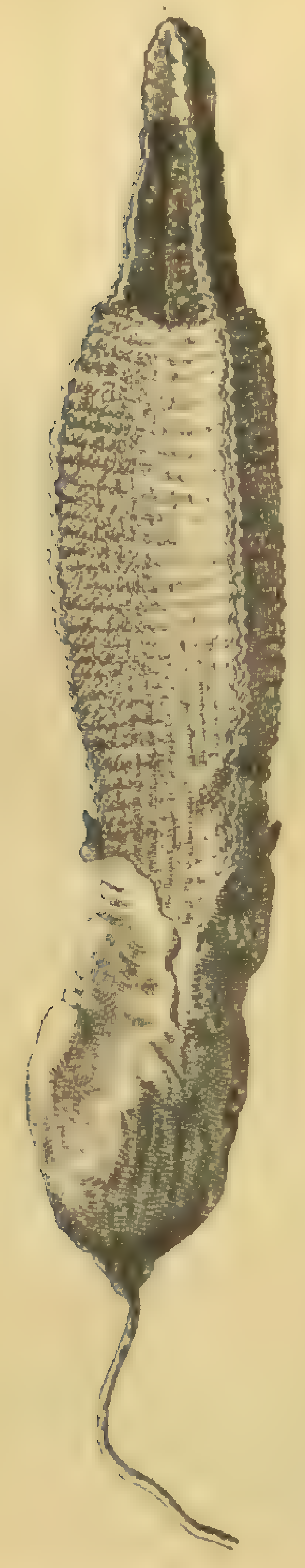


Fig. 4. — *Lysurus Beauvaisi* adulte (grandeur naturelle).

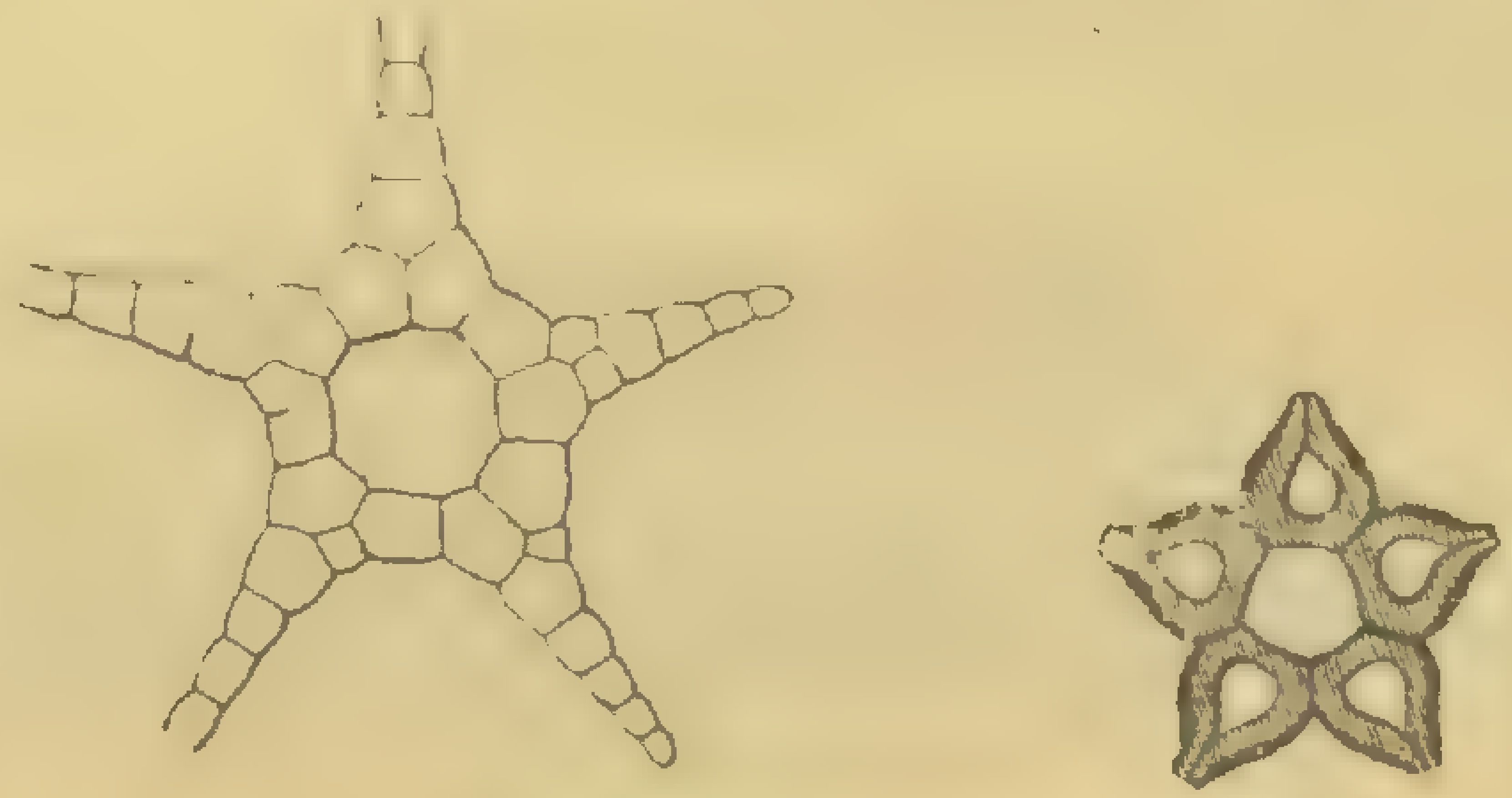


Fig. 5 et 6. — Coupes transversales pratiquées dans la région moyenne du stipe (à gauche) et dans la région réceptaculaire (à droite).

duire pour cette arête séparant deux gleba voisines le même phénomène que pour les côtes du stipe, c'est-à-dire une fente qui sépare les deux faces adjacentes de la côte fertile ; à cet état chacune des côtes est comparable à une gouttière adossée par sa partie médiane au canal central et dont les deux bords libres seraient venus au contact.

La gleba n'est pas très épaisse et n'est pas lacuneuse du moins à l'état de développement que présentaient les échantillons que je décris; elle contient de nombreuses spores ovoïdes, allongées et dont les dimensions sont celles qu'on retrouve dans tout le groupe des Phalloïdées (5-6μ — 1-1,5 μ) ; les gleba adjacentes de deux côtes réceptaculaires voisines, c'est-à-dire celles qui proviennent d'une même gleba initiale, se raccordent à leur partie inférieure et supérieure.

L'aspect général des gleba, par leur position et leur contour, rappelle beaucoup celui de certains *Colus*, surtout celui du *C. Gardneri* (Berk) Ed. Fischer; mais, ainsi que l'a bien fait ressortir M. Patouillard, si on veut maintenir pour le genre *Lysurus* les caractères que lui a assignés Fries (1), son créateur, la plante que nous venons de décrire est un *Lysurus*, car la gleba est située sur les faces *externes* des divisions.

Par plusieurs caractères notre *Lysurus* s'éloigne nettement de l'espèce décrite pour la première fois par Cibot (2), et les principales différences que cette nouvelle espèce, le *L. Beauvaisi*, présente par rapport au *L. Mokusin*, peuvent se résumer par le tableau suivant :

L. Mokusin	L. Beauvaisi
Capitule glandiforme	Capitule non glandiforme (pas de rétrécissement entre le stipe et le réceptacle).
Stipe cylindracé	Stipe fusiforme.
Cavité du stipe à section circulaire	Cavité du stipe à section polygonale.

---

(1) E. Fries : *Systema mycologicum*. 1823, vol. II, p. 286.

(2) Cibot : *Mokusin* (Novi Comm. Acad. Scient. imp. Petrop. XIX. 1774-75, p 373, Pl. V).

Cellules du stipe à parois épaisses.	Cellules à parois très minces.
Pas de cellules entre les côtes stériles.	Cellules entre les côtes stériles.
3 rangées radiales de cellules dans les côtes stériles	5 rangées radiales de cellules dans les côtes stériles.
L'arête des côtes n'est jamais fendue longitudinalement . .	L'arête des côtes est souvent fendue longitudinalement.
Le stipe présente quelques perforations.	Pas de perforation dans le stipe.
Cavité obturée par un tissu floconneux au point d'insertion du réceptacle.	Cavité non obturée par du tissu floconneux au niveau du réceptacle.
Le prolongement des côtes dans la partie réceptaculaire est très mince et présente en section plusieurs petites cellules.	Le prolongement des côtes dans la partie réceptaculaire n'est pas très réduit et présente une large cavité unique.

Plusieurs de ces caractères différentiels, tels que le dernier, suffiraient, considérés isolément, pour écarter notre plante de l'espèce antérieurement connue ; leur ensemble ne permet pas le doute, malgré le polymorphisme souvent très accentué que l'on rencontre dans les espèces de la famille des Phalloïdées.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE
DE
L'ASSIMILATION CHLOROPHYLLIENNE

Sur le premier produit d'organisation de l'acide phosphorique dans les plantes à chlorophylle
AVEC
quelques remarques sur le rôle physiologique de l'inosite (1)

par le **Dr S. POSTERNAK** *(Fin)*

V

Si l'acide oxyméthylphosphorique a été complètement méconnu, quant à sa signification physiologique, ses rapports avec les albuminoïdes et sa constitution chimique, par les nombreux auteurs qui se sont occupés de la chimie de la graine, il n'en est pas moins vrai que son existence dans la graine n'a pas échappé à un certain nombre d'entre eux.

C'est à Pfeffer que revient le mérite d'avoir découvert, en 1872, au cours d'un travail sur les grains d'aleurone, que les globoïdes qui y sont inclus sont constitués par un sel double de chaux et de magnésie d'un acide phosphoroorganique. Son ami Brandau, qui avait entrepris une étude chimique de cet acide, n'est jamais parvenu à la préparation d'une quantité assez grande de substance pour pouvoir déterminer sa composition. Ceci n'étonnera pas beaucoup, si on se rappelle qu'il traitait d'abord les graines avec de l'eau alcalinisée pour éloigner les albuminoïdes, et que ce n'est que le résidu de l'extraction qu'il soumettait à l'action de l'acide acétique pour dissoudre les globoïdes. D'après Pfeffer, l'acide en question serait un composé glycophosphorique (Zuckerphosphorsäure) ; ce n'est, d'ailleurs, qu'une simple hypothèse (1).

---

(1) Pfeffer : *Untersuchungen über d. Proteinkörner.* (Pringhseim's Jahrb., Bd. VIII, p. 475.).

En 1895, Palladine (1) a remarqué que le coagulum obtenu par l'ébullition d'un extrait *salin* des graines de *Sinapis nigra* se redissolvait en partie après refroidissement. Il a séparé le liquide refroidi du coagulum resté insoluble par filtration, et recoagulé le liquide filtré. Ce dernier coagulum fut recueilli sur un filtre tenu à chaud et étudié au point de vue de ses réactions.

Ce corps quoique contenant de l'azote ne montrait aucune des réactions spéciales des albuminoïdes. Il était insoluble dans l'eau et dans les alcalis, facilement soluble dans les acides dilués. Après l'ébullition prolongée avec l'acide sulfurique dilué, pas de réduction avec de la solution cuprique alcaline. Les solutions de ce corps dans l'acide acétique très faible donnaient à 40° un trouble, à 60° un précipité floconneux, « tout comme les solutions de la myosine végétale », avec l'oxalate d'ammoniaque un précipité d'oxalate de chaux, avec le réatif de Millon un précipité blanc. L'auteur a trouvé cette substance dans les graines de *Lupinus luteus*, *Vicia Faba* et *Sinapis nigra*, et tient pour probable qu'elle est très répandue dans les autres graines. Les graines de *Sinapis nigra* lui en semblent toutefois particulièrement riches.

Le même corps fut retiré l'année suivante encore des graines de *Sinapis nigra*, sur les indications de Palladine, par E. Schulze et E. Winterstein (2). Ces auteurs ont reconnu que le corps en question, dûment purifié, était complètement libre d'azote. Ils expliquent la coagulation du corps par sa solubilité moindre dans l'eau chaude que dans l'eau froide, et comme après la purification il devient insoluble dans l'eau et dans les solutions de sel marin à 10 pour cent, ils supposent que des acides ou quelques autres substances favorisent sa dissolution dans les extraits salins de la graine.

L'analyse du corps leur a donné le résultat suivant :

$$C = 9{,}65 \quad H = 2{,}83 \quad P = 15{,}14 \quad (34{,}66\ P^2O^5)$$

Cendres = 67,88 pour cent, très riches en chaux et magnésie. Les auteurs concluent que le corps analysé est un sel double phosphoroorganique de chaux et de magnésie, peut-être identique à celui qui entre dans la constitution des globoïdes.

---

(1) Palladine : *Loc. cit.* p. 201.

(2) E. Schulze et E. Winterstein : *Ueber einen phosphorhaltigen Bestandtheil der Pflanzensamen*. Zeitsch. f. Physiol. Chemie, Bd. XXII, p. 91.

Il est à peine nécessaire de faire remarquer après l'étude des propriétés de l'acide oxyméthylphosphorique que nous avons fait précédemment, que le corps de Palladine n'est autre chose qu'un *mélange* de ses sels neutres de chaux et de magnésie. Le sel acide de potasse des grains d'aleurone entre en double décomposition avec les sels solubles des terres alcalines de l'extrait. Ce sont les sels acides de ces dernières bases qui en résultent et qui se précipitent à l'ébullition à l'état de sels neutres, pour se redissoudre après refroidissement.

Mais comme les graines contiennent encore d'autres substances libres d'azote, insolubles à la température d'ébullition de l'eau et solubles dans l'eau froide, le citrate de chaux, par exemple, il n'est pas étonnant que la préparation de MM. Schulze et Winterstein ait donné à l'analyse des chiffres trop élevés pour le carbone et l'hydrogène et trop faibles pour le phosphore (1).

Il est à remarquer en outre que la méthode de Palladine ne permet d'isoler qu'une partie plus ou moins grande de l'acide contenu dans l'extrait, suivant la quantité des sels alcalins-terreux qui y sont dissous. Et encore, dans les cas où l'extrait de la graine est riche en hydrates de carbone, cette méthode donne des résultats absolument négatifs à cause de la solubilité, dans ces conditions, de certains sels neutres de l'acide phosphoroorganique.

Les chiffres d'analyse indiqués précédemment n'étaient pas naturellement faits pour permettre la détermination de la constitution chimique de l'acide phosphoroorganique. M. Winterstein (2) a eu alors l'idée de s'adresser aux produits de décomposition de ce corps en espérant, par cette voie, reconnaître le groupement organique en combinaison avec l'acide phosphorique.

La préparation qui a servi pour les expériences fut débarrassée de la chaux à l'aide de l'oxalate d'ammoniaque et n'était pas, par conséquent, un sel de magnésie, comme l'affirme M. Winterstein, mais bien un sel double de magnésie et d'ammoniaque. On n'expliquerait pas autrement la solubilité de sa préparation dans l'eau et son insolubilité dans l'alcool, propriétés qui ont été utilisées pour la purification du corps en question.

---

(1) On calcule en effet pour un mélange de sel de chaux et de magnésie de l'acide oxyméthylphosphorique C = 7,23 à 7,97 pour cent ; H = 1,81 à 1,99 p. c. ; P = 18,69 à 20,63 p. cent.

(2) E. Winterstein : *Ueber einen phosphorhaltigen Pflanzenbestandtheil welcher bei Spaltung Inosit liefert.* Ber. d. d. Chem. Gesel. 1897, Bd. 30, p. 2299.

5 gr. de cette préparation ont été soumis à l'action de 25 gr. d'acide chlorhydrique fumant dans un tube fermé, à la température de 130-140 degrés, pendant 30 heures. Parmi les produits de décomposition, Winterstein a pu isoler et identifier les cristaux d'*inosite* en quantité, qui « constituerait 60 pour cent de celle qu'on calculerait si l'on admettait que le reliquat organique du composé phosphoroorganique ne serait que de l'inosite. ».

On ne peut pourtant admettre, remarque avec raison l'auteur, que le composé phosphoroorganique qui a servi pour la préparation de l'inosite présentait un sel double de chaux et de magnésie d'un acide inositophosphorique, dans lequel une molécule d'inosite était combinée avec une seule molécule d'acide phosphorique, car la quantité de phosphore qu'on obtient en calcinant le corps en question, avec du carbonate de soude et du salpêtre, est beaucoup plus grande qu'il ne fallait d'après la supposition précédemment faite.

VI

Le fait de l'existence de l'inosite dans les produits de décomposition de l'acide phosphoroorganique des graines, assez curieux par lui-même, devient très intéressant en regard de la constitution chimique de cet acide, telle qu'elle résulte de mes analyses.

Les essais que j'ai entrepris sur les produits de décomposition de l'acide oxyméthylphosphorique, et qui ne sont pas encore complètement terminés, ont montré que si l'on distille ses sels de baryte avec de l'acide à 40 pour cent, pendant 5 à 6 heures, ce qui suffit amplement pour les décomposer, en ayant soin de ne recueillir que les produits gazeux, pour ne pas augmenter la concentration de l'acide minéral, on ne trouve jamais même de traces de formaldéhyde ni dans le produit de distillation, ni dans le liquide de décomposition.

Comme l'aldéhyde formique ne s'altère presque pas dans ces conditions et distille facilement, j'ai pensé que l'aldéhyde, à l'état naissant, possède des propriétés de condensation beaucoup plus prononcées. Mais quel est le produit de cette condensation qui doit en tout cas ne pas être capable de réduire la liqueur de Fehling, comme nous l'avons montré précédemment ? L'observation de

Winterstein nous donne une réponse expressive à cet égard. C'est de l'inosite (1).

Quelque inattendue que soit cette constatation, elle répond parfaitement à tout ce que nous savons sur la constitution chimique de ce dernier corps, et elle a été en quelque sorte pressentie par A. Bayer.

En cherchant de quelle façon six molécules de la formaldéhyde pourraient se réunir, comme le veut son hypothèse, pour donner naissance au glucose, cet auteur fut arrivé à la construction de deux formules, l'une à chaîne ouverte, l'autre à chaîne fermée. Avec une perspicacité digne d'être rappelée, il a affirmé que la constitution du glucose doit nécessairement répondre à l'une d'elles. En effet, les recherches de Fischer ont confirmé cette manière de voir, en conduisant à la formule à chaîne ouverte, identique à celle prévue théoriquement par Bayer. Mais ce qui est surtout remarquable, c'est que la seconde formule cyclique de ce dernier auteur est justement celle que Maquenne a proposée pour l'inosite à la suite de ses belles recherches sur la constitution chimique de ce corps. (2)

D'après Maquenne, « l'inosite est un alcool hexatomique à fonction simple, dérivé de l'hexaméthylène ; elle doit être considérée comme une mannite à chaîne fermée et non comme un polyphénol ». Parmi les nombreux essais auxquels cet auteur a soumis l'inosite, il y en a surtout un qui peut être regardé comme une expérience inverse de celle qui nous est présentée par la transformation de la formaldéhyde en inosite. L'inosite traitée avec de l'acide chromique à froid, se transforme en acide formique. Elle est donc bien constituée par condensation de la formaldéhyde dont les molécules ont si peu altéré leur physionomie propre qu'il suffit d'une oxydation assez faible pour obtenir, aux dépens de l'inosite, le même produit qui aurait pris naissance par l'oxydation directe de l'aldéhyde formique.

---

(1) J'ai pu facilement m'assurer de l'exactitude de l'observation de M. Winterstein. En précipitant les acides sulfurique et orthophosphorique du liquide de décomposition fortement étendu avec de l'eau, à l'aide de l'hydrate de baryte, et en éloignant l'excès de ce dernier à l'aide d'un courant d'acide carbonique, on obtient un liquide presqu'incolore, qui ne présente qu'une solution pure d'inosite. On l'évapore jusqu'à un très petit volume, on ajoute un mélange de 2 parties d'alcool et de 2 parties d'éther jusqu'à l'apparition d'un trouble et on l'abandonne pour quelques jours dans un endroit frais. J'ai obtenu par cette méthode des cristaux prismatiques, disposés en belles rosettes, dont le point de fusion était 218° et qui donnaient les réactions de Scherer et de Gallois.

(2) Comptes rendus, T. 104, p. 225, 297, 1719.

Cette constatation, tout en nous donnant en mains une méthode élégante de faire la synthèse de l'inosite, n'est pas sans intérêt au point de vue purement physiologique.

Nous avons indiqué plus haut qu'il y a lieu de tirer une ligne de de démarcation nette entre les fonctions chlorophyllienne et synthétisante des chloroplastes. Or, l'indépendance relative de ces fonctions implique jusqu'à un certain point la supposition que les deux processus auxquels elles président, ne sont pas toujours en harmonie parfaite.

Pendant la nuit, par exemple, les chloroplastes sont prêts à continuer leurs synthèses, tandis que la chlorophylle cesse de leur fournir du carbone assimilable. Ce cas nous intéresse peu. Mais il peut arriver aussi que pendant les heures où la plante serait dans des conditions excellentes d'éclairement, la formation de la formaldéhyde dépasserait les besoins et la capacité de travail des chloroplastes.

L'aldéhyde formique en excès, ne pouvant pas momentanément subir l'influence organisatrice des groupements moléculaires spéciaux de ces formations morphologiques, serait pour ainsi dire abandonnée à elle-même. Elle devrait alors, théoriquement, se condenser en inosite.

C'est ce qui semble avoir lieu en effet à en juger d'après la répartition de l'inosite dans les parties vertes des végétaux, constatée par Vohl (1), Marmé (2), Gintl (3), Hilger (4), Neubauer (5), Tanret et Villiers (6) et Maquenne (7). Les deux derniers auteurs

---

(1) N. Vohl : *Annalen d. Chem. u. Pharm.* Bd. 99, 1856, p. 125 ; Bd. 101, 1857, p 50.

(2) W. Marmé : *Ibidem*, Bd. 129, p. 222.

(3) W. Gintl : *Sitzungsberichte der Wiener Akademie.* Math. nat. Cl. Bd. 57, S. 769.

(4) H. Hilger : *Annalen d. Chem. u. Pharm.* Bd. 160, 1871, p. 333.

(5) Neubauer : *Landwirtschaftliche Versuchstat.* Bd. 16, p. 427.

(6) Tanret et Villiers : Annales de Chim. et Phys. Sér. V, T. 23, 1881, p. 387.

(7) Maquenne : *Loc. cit.*, p. 226.

On a isolé de l'inosite en substance des fruits verts de *Phaseolus vulgaris, Pisum sativum, Ervum Lens* et *Acacia,* des têtes de *Brassica oleracea capi-*

ont pu isoler des feuilles de noyer jusqu'à 3 gr. d'inosite par kilogramme, chiffre qui dépasse de beaucoup la quantité d'inosite que Jacobsen avait trouvé dans les muscles (cheval — 0,003 pour cent.; dauphin — 0,0008 pour cent) (1).

Il est plus que probable que l'inosite, formée aux moments où la réduction de l'acide carbonique est au maximum, sera utilisée plus tard lorsque la production de la formaldéhyde aura baissé ou cessé complètement. Et si les processus synthétiques dans les feuilles, quoique ralentis, continuent réellement pendant la nuit, comme le tendent à admettre de plus en plus les auteurs, c'est au dépens de l'inosite qu'ils s'effectueraient, au moins en partie.

Il y a donc, en se plaçant à ce point de vue, une grande différence physiologique entre le glucose et l'inosite, quoique les deux ne soient que des produits de condensation de la formaldéhyde.

La première substance est une *matière plastique*, nom que nous voudrions réserver aux substances capables d'être assimilées directement par les cellules parenchymateuses ou embryonnaires et qui sont dues au travail synthétique des chloroplastes ; l'inosite n'est qu'une *matière brute de réserve*, qui conserve sous une forme bien commode l'excès de la formaldéhyde et qui sera mise à la disposition des chloroplastes aux moments de disette.

J'espère pouvoir reprendre ce sujet prochainement sur une base expérimentale.

Qu'il me soit permis, en terminant, d'ajouter quelques mots sur l'inosite d'origine animale, dont le rôle est si obscur qu'on n'a jamais risqué même une hypothèse à cet égard. Et cependant, c'est une substance qui semble être une partie constituante *constante* de la cellule animale : on l'a trouvée dans les muscles, le cerveau, le foie, les reins, les capsules surrénales, dans les leucocytes, bref, partout où on l'avait cherchée.

---

tata, des feuilles de *Digitalis purpurea*, des feuilles et des tiges de *Taraxacum officinale* (les efflorescences et les racines de cette dernière plante n'en contenant pas de trace). des feuilles de *Fraxinus excelsior, Vitis vinifera* et *Corylus Avellana*.

Marmé a étendu ses recherches également aux champignons. Il n'en a pu isoler de l'inosite en nature Les extraits de *Lactarius piperatus* et de *Clararia crocea*, donnaient, il est vrai, la réaction de Scherer, mais à elle seule cette réaction ne suffit pas pour affirmer l'existence de l'inosite dans les extraits.

(1) Cité d'après Neumeister : *Lehrbuch der physiol. Ch.*, II Aufl. Iena, 1897, p. 426.

Je me demande, à la suite des considérations sur la signification physiologique de l'inosite dans les parties vertes de la plante, si l'on ne pourrait voir dans ce corps la preuve de l'existence d'un stade formaldéhydique dans la métamorphose régressive des matières carbonées.

Les différents stades par lesquels passent les échanges nutritifs de la cellule à l'état normal, se suivent si immédiatement et s'enchaînent si intimement entre eux qu'il nous serait impossible de saisir de plus près leurs caractères chimiques et leur succession, si même nous possédions des méthodes pour étudier chimiquement les substances protoplasmiques.

Mais la cellule est sujette parfois aux influences morbides, et l'équilibre physiologique de ses échanges peut être troublé dans ce sens qu'une substance intermédiaire de la métamorphose s'arrêtera dans ses modifications sans avoir atteint le stade final. Et si, par hasard, cette substance était, par sa constitution chimique, accessible à nos moyens de recherche, on posséderait certainement, en l'identifiant, un point de repère d'une grande utilité pour l'étude du chimisme de la nutrition cellulaire.

Or, l'inosite semble être un produit intermédiaire de cette catégorie. Normalement, la formaldéhyde, qui est, dans notre hypothèse. le stade qui précède immédiatement la formation de l'acide carbonique, aboutirait au moment de sa production à ce dernier acide sous l'influence oxydante du protoplasme cellulaire. Mais supposons pour un instant qu'une cause pathologique quelconque est survenue pour diminuer la force oxydative de la cellule, une partie de la formaldéhyde à laquelle a abouti la matière du stade précédent, ne sera pas oxydée, et, abandonnée à elle-même, elle se condensera en inosite, tout comme la formaldéhyde en excès dans les feuilles.

La cellule normale et vivante ne devrait pas contenir de l'inosite. Si l'on trouve cette substance dans tous les organes étudiés à ce point de vue, c'est qu'elle a pris naissance au moment de la mort des tissus, naturelle ou provoquée par l'eau qu'on emploie pour l'extraction. Quelque rapide que puisse être la mort d'une cellule, ses différentes fonctions ne sont pas paralysées en même temps. La fonction oxydante semblerait être atteinte la première.

Mais la cellule ne doit pas mourir nécessairement pour faire apparaître l'inosite comme produit anormal de ses échanges. Nous connaissons une série de maladies, dites par ralentissement de la nutrition, qui sont justement caractérisées par une diminution de la force oxydante des tissus. Le type de ces maladies est le diabète. Or, à côté du sucre, on trouve dans les urines des diabétiques de l'inosite, comme on le constate également dans les cas de diabète insipide (1).

Ces faits me semblent de nature à confirmer l'hypothèse que je viens de proposer.

Je tiens à exprimer ici ma reconnaissance profonde à M. le professeur E. Schulze, pour l'intérêt bienveillant qu'il n'a cessé de me témoigner au cours de ce travail.

Ce travail était déjà sous presse, lorsque j'ai réussi, après beaucoup de tâtonnements, à obtenir l'acide oxyméthylphosphorique libre à l'état de pureté. Cet acide, évaporé lentement sur l'acide sufurique concentré, cristallise en belles tablettes brillantes, incolores et très hygroscopiques.

En communiquant ici provisoirement et en toute briéveté ce fait, je me réserve de compléter ultérieurement l'étude physico-chimique de ce composé curieux à plus d'un égard.

---

(1) Neukomm : *Inaug. Diss.* Zürich, 1859. — Gallois : *Thèse de Paris*, 1864.

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE

PUBLIÉS PENDANT LES ANNÉES 1894-1899

Cette Revue se divisera ainsi :

I. — GÉOGRAPHIE BOTANIQUE ET FLORES

1. — Géographie botanique en général.

2. — Europe (la France exceptée) et région méditerranéenne.

- 1° *Europe en général.*
- 2° *Europe méridionale et région méditerranéenne* (sans l'Asie Mineure).
- 3° *Europe centrale* (*Allemagne, Autriche-Hongrie, Belgique et Hollande, Suisse, Roumanie et Bulgarie*).
- 4° *Europe septentrionale* (*Iles Britanniques et Pays scandinaves*).
- 5° *Europe orientale.*

3. — Asie.

- 1° *Asie occidentale.*
- 2° *Asie centrale et septentrionale.*
- 3° *Chine et Japon.*
- 4° *Asie tropicale : Hindoustan et Indo-Chine.*

4. — Afrique.

- 1° *Afrique tropicale.*
- 2° *Afrique australe.*
- 3° *Iles de l'Afrique orientale.*

5. — Amérique.

- 1° *Amérique du Nord* (*États-Unis et Canada*).
- 2° *Amérique centrale.*
- 3° *Antilles.*
- 4° *Amérique du Sud.*

6. — Océanie.

- 1° *Malaisie.*
- 2° *Polynésie, Mélanésie et Micronésie.*
- 3° *Australie. Nouvelle-Guinée, Nouvelle-Zélande, Tasmanie.*

II. — MONOGRAPHIE DE GROUPES

I. — GÉOGRAPHIE BOTANIQUE ET FLORES

I. — GÉOGRAPHIE BOTANIQUE EN GÉNÉRAL

M. A. **Engler** a publié tout récemment (1) une intéressante étude sur le développement de la géographie botanique et sur les questions qu'elle cherche à résoudre. L'auteur a fort à propos choisi le moment où la Société de Géographie de Berlin célébrait le centenaire du voyage d'A. de Humboldt en Amérique, pour publier un travail qui est un hommage à la mémoire du savant qui, s'il ne fut pas le promoteur de la Géographie botanique, sut le premier, du moins, l'établir sur de solides bases, et ouvrir dans cette direction une large voie aux botanistes. La partie la plus considérable du mémoire de M. Engler est l'histoire des travaux de floristique les plus importants, publiés dans le siècle qui est sur le point de s'achever. Il n'est peut-être pas utile d'insister sur cette partie, si bien traitée qu'elle soit, mais on verra certainement avec intérêt comment M. Engler, appuyant la Géographie botanique sur la Botanique systématique, montre quels sont les grands problèmes dont la première cherche la solution.

Une première branche de la Géographie botanique a pour but d'étudier la flore d'un pays déterminé, de partager ce dernier en diverses régions, ou de reconnaître à sa surface diverses formations végétales ; c'est la *Géographie botanique floristique.* Une seconde branche a pour but d'expliquer le développement et les caractères des plantes qui constituent cette flore par les conditions d'existence actuellement prédominantes ; c'est la *Géographie botanique physiologique.* Mais, dans chacune de ces branches, on peut se poser diverses questions, et diriger ses efforts sur différents points. Énumérer les plantes d'un pays dans un ordre systématique et d'une façon aussi complète que possible, avec ou sans descriptions, quelquefois avec figures à l'appui ; établir les rapports des familles entre elles dans chaque domaine floral, et, se basant sur leurs proportions numériques, comparer les domaines entre eux, tel sera l'objet de la *floristique statistique* ou *systématique.* Ces notions une fois acquises, on peut chercher soit à définir, dans un pays, les associations ou réunions de plantes, appelées aussi *formations végétales*, d'après leur aspect extérieur ou leur composition, soit à établir leurs relations avec l'éloignement de la mer, l'altitude, ou la nature du terrain ; tel sera l'objet de la *floristique physiognomique.* Enfin la *floristique géographique* s'appuie sur les données des deux précédentes pour établir des divisions botaniques à la surface de la terre, dans les diverses parties du monde, ou dans les différents domaines floraux. Quant à la Géographie botanique physiologique, elle peut aussi se placer à divers points de vue, et recevoir diverses qualifications : *physico-physiologique*, elle étudiera l'influence des agents extérieurs sur les plantes ; *bionto-physiologique*, elle traitera des relations des espèces végétales entre elles, ou avec les espèces animales ; *œcologique*, elle fera connaître l'adaptation d'une plante au milieu. La *biologie des formations* traitera de l'origine de ces formations et de leurs modifications sous l'influence des agents naturels ou de l'homme. Il y a encore une partie de la Géographie botanique qu'on peut appeler *historique*. Quelles relations existent entre les espèces endémiques d'une région et les espèces ayant une aire plus étendue ? les espèces endémiques sont-elles alliées à celles d'une autre région, ou à des espèces éteintes ? ou bien sont-elles isolées ? *L'histoire des domaines floraux* répondra à ces questions. Quelle est la parenté des espèces entre elles ? quelles sont les formes qui se rapprochent le plus d'un type primitif ? quelles sont celles qui se sont développées à une époque plus récente que les autres ? la *Géographie botanique phylogénétique* cherchera la solution de ces problèmes.

---

(1) *Die Entwicklung der Pflanzengeographie in den letzten hundert Jahren, und weitere Aufgaben derselben.* — Humboldt's Centenarschrift, herausgegeben von der Gesellschaft für Erdekunde zu Berlin. — Berlin, 1899.

Ainsi compris, le champ de la Géographie botanique est très vaste, et c'est dans cet esprit que MM. Engler et Drude dirigent la publication d'une série d'études sur la Géographie botanique de diverses régions du globe. Ces deux savants, tout en laissant aux auteurs de chacune de ces études, la liberté d'en traiter à leur gré les détails, leur en ont fixé le plan dans ses lignes générales. Ainsi, les auteurs devront donner un aperçu de la climatologie et de la géographie physique de la région, et des explorations ou des travaux botaniques dont elle a été l'objet ; une partie de l'ouvrage sera consacrée à l'étude des diverses formations qui impriment à la région son caractère particulier ; dans cette partie seront indiquées les limites de l'aire de dispersion des espèces les plus répandues ou les plus intéressantes ; une autre partie établira, dans la région, différentes divisions au point de vue géographique et botanique, et montrera quelles en sont les espèces végétales caractéristiques ; enfin les relations de la région avec les pays voisins ne seront pas négligées.

Chacun des ouvrages de cette série, parus jusqu'ici, sera analysé à sa place.

2. — EUROPE (LA FRANCE EXCEPTÉE) ET RÉGION MÉDITERRANÉENNE.

1° Europe en général.

M. le Dr Gürcke, de Berlin, a repris en 1897, la publication d'un important ouvrage (1), interrompu par la mort de l'auteur, le Dr K.

---

(1) K. Richter : *Plantae Europeae*. Enumeratio systematica plantarum phanerogamicarum in Europa sponte crescentium vel mere inquilinarum. Tomus I, Leipzig, 1890. — Tomus II, fasc. 1 et 2 ; emendavit ediditque Dr M. Gürcke. Leipzig, 1897-1899.

Richter. Celui-ci avait fait paraître en 1890, le premier volume des *Plantæ Europeæ*, énumération de toutes les plantes connues jusqu'ici en Europe, avec l'indication aussi complète que possible de la synonymie et de la bibliographie. Cet ouvrage, rédigé dans l'ordre des « Pflanzenfamilien », d'Engler et Prantl, ne comprenait, à la mort de l'auteur, que les Gymnospermes et les Monocotylédones ; mais le D^r^ Richter avait laissé le manuscrit d'un second volume : c'est celui-là qui est actuellement en publication par les soins du D^r^ Gürcke. Bien qu'il ait eu tout d'abord le désir de respecter le plan du D^r^ Richter dans toute son intégralité, le D^r^ Gürcke a cru néanmoins devoir y apporter quelques modifications.

C'est ainsi, nous apprend-il dans sa préface, qu'il compte indiquer la distribution géographique de chaque espèce. Les synonymes sont mentionnés dans l'ordre chronologique et non dans l'ordre alphabétique, et le D^r^ Gürcke comprend dans la même énumération, à la fois les noms qui peuvent être considérés comme synonymes, et ceux qui ont été donnés à des formes insuffisamment différenciées des types par les auteurs. Aussi la mention « synonyme » est-elle supprimée en tête de cette énumération. Quant aux hybrides, au lieu de procéder comme le D^r^ Richter, qui les désignait par un nom binaire, et rejetait en synonymie les noms de leurs parents, le D^r^ Gürcke met cette dernière indication en premier lieu, et laisse en synonymie les différents noms binaires que chacun de ces hybrides a pu recevoir. Le D^r^ Gürcke n'a pas cru devoir placer l'énumération des hybrides après celle des espèces de chaque genre, mais il a cru préférable de les répartir dans les différentes sections (1). Renonçant à subdiviser d'une manière précise l'espèce en sous-espèces, variétés, ou formes, le même auteur a simplement établi, après l'indication du nom de l'espèce, une série de groupes désignés individuellement par une lettre de l'alphabet ; enfin il a rejeté en dernière ligne l'énumération alphabétique de toutes les formes douteuses ou de peu d'importance. Le D^r^ Gürcke prend l'année 1753 comme point de départ de la priorité, mais il déclare devoir apporter une certaine largeur d'esprit dans la fixation de ce droit, et ne se faire aucun scrupule de conserver un nom très généralement usité, non seulement dans les ouvrages de botanique systématique, mais encore dans les ouvrages d'horticulture, d'agriculture ou de sylviculture, quoique ce nom ait été précédé par un autre complètement tombé en désuétude ; l'auteur pense qu'il est dangereux de remplacer un nom qui ne laisse de doute dans l'esprit de personne, par un autre plus ancien, il est vrai, mais dont la signification n'est pas établie d'une manière certaine, faute d'exemplaires authentiques, ou de diagnoses précises.

---

(1) M. Camus a commencé dans le *Journal de Botanique* (1899) la publica-d'une *Statistique des plantes hybrides spontanées de la flore européenne*. Ce travail comprend : 1° la liste des hybrides spontanés signalés dans l'étendue dé la flore européenne ; 2° les noms donnés d'après les différentes nomenclatures ; 3° la synonymie ; 4° les indications bibliographiques établissant la priorité des noms ; 5° les contrées où les hybrides ont été signalés ; les *exsiccata*. Nous aurons à revenir sur cette étude.

Les deux fascicules que le D^r^ Gürcke a fait paraître comprennent les familles suivantes : Juglandacées, Myricacées, Salicacées, Bétulacées, Fagacées, Ulmacées, Moracées, Urticacées, Loranthacées, Santalacées, Balanophoracées, Aristolochiacées, Rafflesiacées, Polygonacées, Chénopodiacées, Amarantacées, Phytoloccacées, Nyctaginacées, Thelygonacées, Aizoacées, Portulacacées, et une partie des Caryophyllacées, soit 22 familles, 109 genres et 1133 espèces ou hybrides. Dans ce nombre ne sont pas comprises les espèces introduites.

Ceux qui s'intéressent à l'étude de la flore d'Europe attendront impatiemment la continuation et l'achèvement de cet ouvrage qui sera un résumé impartial et aussi complet que possible de l'état de nos connaissances sur ce sujet.

Dans une publication d'une nature toute différente, M. ROUY (1) nous donne, non pas une énumération complète des plantes d'Europe, mais un choix parmi les plus intéressantes. Ainsi que le sous-titre l'indique, cet ouvrage donne les diagnoses des plantes rares ou rarissimes de la flore européenne ; le texte est accompagné de planches représentant les espèces décrites ; ces planches sont des reproductions photographiques soigneusement tirées de spécimens d'herbier ; le nombre s'en élève déjà à 250, et elles constituent un ensemble important de documents que les possesseurs de plantes rares ou critiques pourront consulter plus facilement que bien des échantillons authentiques.

2° EUROPE MÉRIDIONALE ET RÉGION MÉDITERRANÉENNE

Personne n'était mieux préparé à traiter l'intéressante question de la Géographie botanique de la péninsule ibérique que M. WILLKOMM, qui a consacré cinquante années de sa vie à l'étude de la flore d'Espagne, et que la mort a surpris pendant la publication de son dernier ouvrage (2). Ce livre est le premier de la série dont il a été question plus haut.

Dans l'étude du livre de M. Willkomm, je passerai sous silence les parties relatives à la climatologie et à la bibliographie, et je ne m'occuperai que de ce qui a rapport à la Géographie botanique proprement dite, en laissant de côté les nombreux points de détails, traités avec beaucoup de précision et appuyés sur de nombreux documents ; pour toutes ces questions je ne puis que renvoyer à l'ouvrage même.

---

(1) G. Rouy : *Illustrationes plantarum Europae rariorum.*

(2) Engler und Drude : *Die Vegetation der Erde.* Sammlung geographischer Monographien. M. Willkomm : *Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der iberischer Halbinsel.* — Leipzig, 1896.

On compte, dans la péninsule ibérique, 5660 plantes vasculaires et 3644 plantes cellulaires. Parmi les premières 1465 sont endémiques ; 1633 appartiennent à l'Europe centrale, 1132 à la région méditerranéenne; 282 sont africaines, 40 sont orientales. Les familles prédominantes dans la flore ibérique se placent à peu près dans le même ordre que dans les autres régions de l'Europe ; mais la péninsule ibérique, si on la compare à une autre région de même étendue, compte généralement dans un même groupe, un plus grand nombre d'espèces, et surtout d'espèces endémiques ; à ce point de vue, les genres *Centaurea*, *Linaria*, *Hieracium*, *Saxifraga*, *Genista*, *Thymus*, *Teucrium* et *Armeria* méritent une mention spéciale.

Si l'on considère les plantes vasculaires de la péninsule sous le rapport de la durée, on verra que 2878 espèces sont vivaces, 963 suffrutescentes, et 116 arborescentes. Une telle proportion de végétaux ligneux ne se rencontre dans aucune autre région européenne de pareille étendue, et pour en retrouver une semblable il faut aller dans la région africaine voisine de l'Espagne, le Maroc.

C'est précisément la situation de la péninsule à l'extrémité sud-ouest de l'Europe, et dans le voisinage de l'Afrique, qui rend intéressante l'observation, d'une part, de la limite méridionale de certaines espèces européennes, et, d'autre part, de la limite septentrionale de certaines formes végétales répandues dans le nord de l'Afrique. Parmi les premières, les unes pénètrent peu en Espagne ; et si les autres descendent davantage vers le sud, leur limite contourne le bassin de l'Èbre où elles trouveraient une température trop élevée. Au contraire, parmi les plantes africaines, les unes remontent plus ou moins au nord, les autres s'éloignent peu du littoral, et si elles pénètrent dans l'intérieur des terres, c'est de préférence dans le bassin du Guadalquivir et de l'Èbre. M. Willkomm étudie ainsi l'aire de dispersion de neuf espèces européennes et de dix-sept espèces de régions plus chaudes ; pour quelques-unes d'entre elles, la limite septentrionale ou méridionale en a été indiquée par des courbes tracées sur une carte spéciale Ainsi, la limite septentrionale du *Quercus Ilex*, et la limite méridionale du *Quercus pedunculata* sont à peu près formées par une même ligne courbe qui part des Pyrénées occidentales, borde la Vieille Castille, et aboutit dans la province septentrionale du Portugal ; il est inutile de dire que les aires de chacune de ces espèces se mélangent sur une certaine étendue. Le *Betula verrucosa* est répandu sur tout le versant pyrénéen ; la ligne qui forme sa limite méridionale évite le bassin de l'Èbre, passe au-dessous de la Vieille Castille, descend même jusqu'aux montagnes de Tolède, et remonte de là, jusqu'aux montagnes de la Galicie. La limite septentrionale du *Pinus Pinaster* commence vers la pointe de la Corogne, contourne la Vieille Castille, et remonte vers la pointe nord-est de l'Espagne sans pénétrer toutefois dans le bassin de l'Èbre ; les points où cette espèce couvre les plus grands espaces sont dans les montagnes de Gredos et de Guadarrama, en Andalousie, et dans le Portugal oriental. La limite septentrionale de l'Olivier suit à peu près la même ligne courbe que celle du *Pinus Pinaster*, sauf qu'elle évite la Sierra da Estrella en Portugal, et qu'elle pénètre dans le bassin de l'Èbre. Le Figuier et l'Amandier ont des limites qui se confondent presque avec celles des deux espèces précédentes. Le Laurier rose est répandu surtout dans le sud-ouest, mais depuis un point rapproché de Valence jusqu'au-dessus de Barcelone, il s'étend le long du littoral méditerranéen en pénétrant peu dans l'intérieur.

Si maintenant on considère les espèces, non pas isolées, mais constituant un ensemble de plantes vivant dans les mêmes conditions de sol ou de climat, ce qu'on a appelé les *formations végétales*, on pourra distinguer deux sortes de formations : les formations *indéfinies* (1), et les formations *définies* (2). Les premières sont hétérogènes, mélangées ; ce sont les formations des rivages, des steppes, des terrains sablonneux, des régions rocheuses et montagneuses, et des alluvions. Les formations *définies* ont un caractère bien déterminé ; elles constituent la végétation des pâturages, des prairies, des landes, des cultures, des eaux ; à ces formations appartiennent surtout les plantes suffrutescentes ou arborescentes, les plantes épiphytes ou saprophytes.

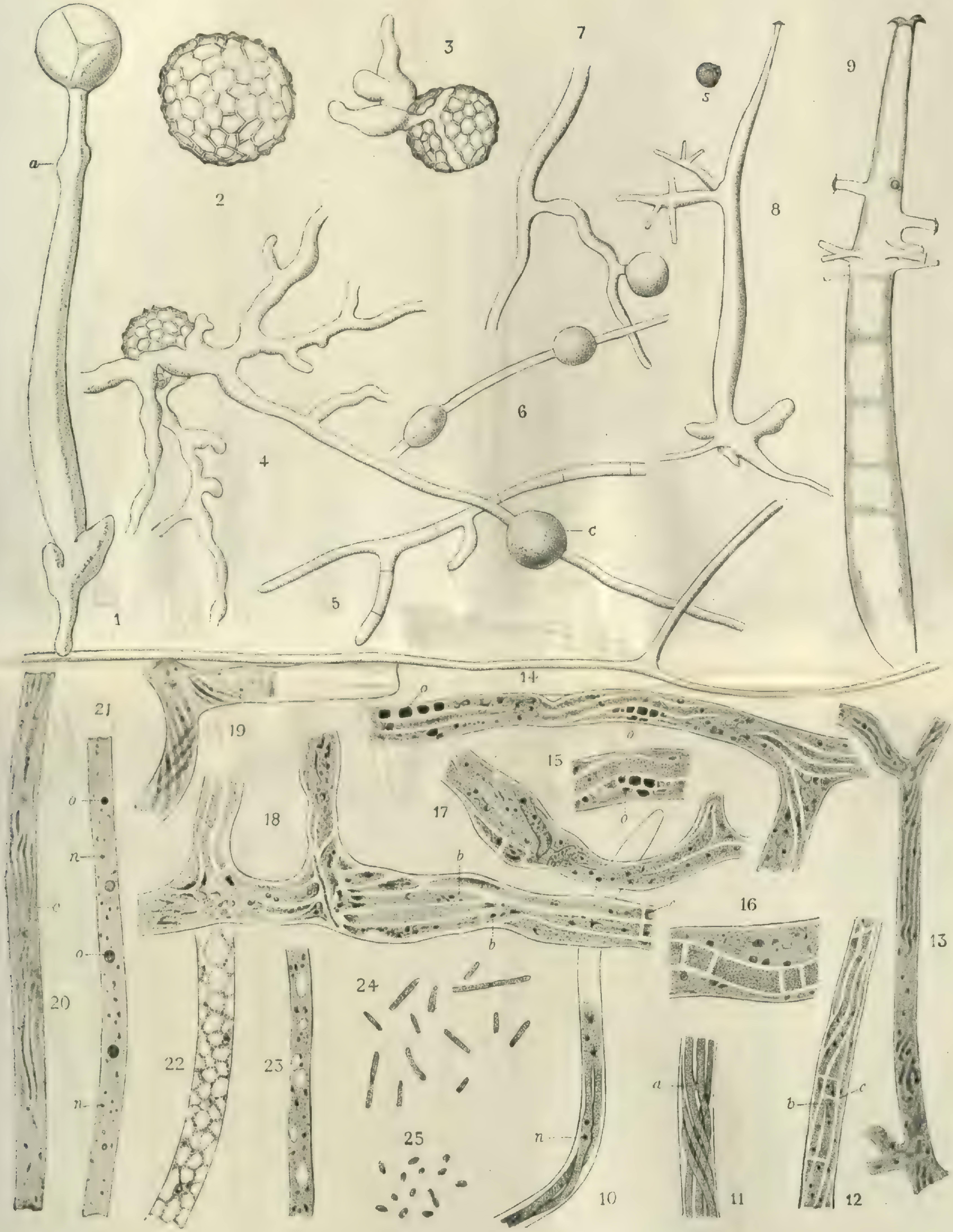
(1) En allemand : *öffene*.

(2) En allemand: *geschlossene*. Le sens propre du mot est *fermé* ; d'où : *enclos*, et au figuré : *déterminé*, *défini*. Par opposition, on traduira *öffene* (*ouvertes*) par *indéfinies*.

(A suivre). E. Drake del Castillo.

425 Lille Imp Le Bigot frères.

Le Gérant : Th. Clerquin.


1
a
2
3
4
5
c
6
7
s
8
9
10
n
11
a
12
b
c
13
14
o
o
15
o
16
17
18
b
b
19
20
c
21
o
n
o
n
22
23
24
25

L. Matruchot del

Bertin & Cie Sc.

Protoplasma d'un Mortierella

1-23 – Mortierella reticulata.
1 – 9 – Morphologie externe et développement;
10 à 23 – Structure et dégénérescence du contenu cellulaire.
24 – Bacillus violaceus – 25 – Bacterium violaceum.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Études.

Costantin, maître de Conférences à l'École Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, docteur ès sciences, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Geneau de Lamarlière, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Grelot, docteur ès sciences.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Morkowine, docteur ès sciences, Marbourg.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, chargé de cours à la Faculté des sciences de Besançon.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, professeur à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Téodoresco, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Mars 1900

N° 135

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

LIVRAISON DU 15 MARS 1900

I. — *RHIZOMUCOR PARASITICUS*, ESPÈCE PATHOGÈNE DE L'HOMME (avec planche), par **MM. Lucet** et **Costantin**. 81

II. — LA VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES (avec planches et figures dans le texte), par **F. Boergesen** et **Ove Paulsen** 99

III. — SUR QUELQUES GERMINATIONS DIFFICILES. par **M. Noël Bernard**. 108

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE, publiés pendant les années 1894-1899, par **M. E. Drake del Castillo** (*suite*). 121

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 3. — *Rhizomucor parasiticus.*

Planche 4. — *Ipomœa pes-capræ. Hippomane Mancinella.*

Cette livraison renferme en outre six gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RHIZOMUCOR PARASITICUS.

ESPÈCE PATHOGÈNE DE L'HOMME

par MM. LUCET et COSTANTIN

Les maladies dues à des Champignons commencent à tenir une place grandissante dans le domaine de la médecine. On les a longtemps regardées comme des cas de saprophytisme sans importance et l'ancienne observation première de Mayer, qui remonte à 1815, a d'abord été très peu féconde. Elle n'a cependant pas été tout à fait stérile puisqu'elle fit retrouver la même moisissure (*Aspergillus*) chez un grand nombre d'animaux : Geai (Mayer, 1815), Cygne (Jäger, 1816), Cigogne (Heusinger, 1826), Corbeau (Theile, 1827), Flamant (Owen, 1833), Perruche, Poule et Pigeon (Rousseau et Serrurier, 1841), Styx nyctea (Müller et Retzius, 1842), Pluvier doré (Spring, 1848). Les premières observations portèrent donc sur les Oiseaux, mais, à partir de 1841, la recherche de la même formation fongique fut faite sur les Mammifères (Cerf du Bengale, Rousseau et Serrurier) et c'est en 1842 que Bennett la découvrit chez l'homme. A partir de 1856, à la suite des travaux de Virchow, on commença à entrevoir l'importance des Champignons au point de vue pathologique et les très nombreux travaux entrepris depuis cette époque ont surabondamment prouvé que cette manière de voir était fondée. On sait notamment que les mycoses aspergillaires sévissent sur les ouvriers de certaines professions (1), ainsi que l'ont établi MM. Dieulafoy, Chantemesse et Widal ; ces savants ont montré que les caractères de la maladie qui se produit dans ces cas sont souvent assez variables, mais d'ordinaire ils se rapprochent de ceux de la tuberculose.

La découverte du Bacille de Koch, qui est la cause normale et de beaucoup la plus fréquente de cette dernière maladie, n'enlève pas à l'étude des mycoses son importance, car on sait aujourd'hui qu'il y a un certain nombre d'affections de poitrine dans lesquelles le Bacille spécifique ne s'observe pas. Dans ces cas qui se multiplient chaque jour, on a trouvé comme cause du mal soit d'autres Bactéries que l'espèce de Koch, soit l'*Aspergillus fumigatus*. Il y a donc lieu de distinguer, à côté de la tuberculose vraie, des pseudo-tuberculoses, les unes bactériennes, les autres fongiques.

---

(1) Les gaveurs de volaille.

Nous allons essayer de prouver qu'il faut séparer parmi les mycoses celles qui sont dues à un *Aspergillus* et celles qui incombent à des Mucorinées. Le nombre des observations qui se rapportent à des espèces pathogènes de ce dernier groupe est jusqu'ici très peu élevé et on peut être tenté de croire que leur importance pratique est très faible. L'étude de la nouvelle espèce que nous allons décrire paraît conduire à une autre conclusion. L'étude des mycoses aspergillaires est d'ailleurs elle-même probablement très incomplète et il se peut très bien que l'on ait souvent confondu les mycoses aspergillaires avec des mycoses mucorinéennes, soit parce que la fructification n'a pas été observée, soit parce que la détermination a été mal faite.

L'énumération des observations et expériences qui se rapportent jusqu'à ce jour aux Mucorinées pathogènes présente, au point de vue qui nous occupe, un vif intérêt, aussi allons-nous l'exposer avec quelques détails.

En 1847, Sluyter (1) rapporte un cas démonstratif de moississure tapissant les parois d'une caverne gangréneuse du poumon, et il désigne le parasite sous le nom de *Mucor Mucedo*, mais il semble bien, d'après sa description, qu'il s'agit plutôt d'un *Aspergillus*. En 1855, Küchenmeister (2) fait une erreur de détermination de même nature en relevant une observation faite par Hasse et Welcker d'un Aspergille développé encore dans un cas de cancer du poumon.

C'est en 1876 seulement que nous pouvons signaler deux exemples authentiques de *mycosis mucorinea*. Il s'agit de deux malades étudiés par M. Fürbringer (3). L'un meurt, à 66 ans, d'un cancer à l'estomac, généralisé à la peau, à la plèvre, au péricarde, au foie, au mésentère, à l'intestin ; à la dissection faite immédiatement après le décès, M. Fürbringer trouve dans le poumon des fructifications d'un *Mucor* qui est encore appelé *Mucedo*. Le second malade de 31 ans, quand il entre à l'hôpital, est très cachetique, avec des symptômes d'emphysème pulmonaire et d'entérite ; il meurt au bout de quelques jours et l'autopsie, outre les lésions de gastro-entérite chronique et des poumons emphysémateux, révèle dans ces derniers organes et de chaque côté, des infractus de la grosseur d'une noix, d'un gris-jaunâtre, à moitié liquéfiés, mais sans odeur fétide ; derrière l'un d'eux, un nodule d'un mycélium de Champignon présente les mêmes caractères que dans l'observation précédente, les sporanges étant cependant plus jeunes.

---

(1) Sluyter : *De vegetalibus organismi animali parasitis*. Berolini, 1847.

(2) Küchenmeister : *Die in und an dem Körper des lebenden Menschen vorkommenden Parasiten*. Leipzig, 1855.

(3) Fürbringer : *Beobachtungen über Lungen mykose bei Menschen* (Virchow's Archiv 1876, t. LXVI, 330).

Rien ne prouvait, il est vrai, que, dans ce cas, la moisissure était la cause des lésions ; il y avait même lieu de penser que la nécrose des tissus avait précédé l'envahissement du *Mucor*, car deux foyers nécrotiques ne contenaient pas de mycélium. Malgré cela un fait était particulièrement frappant dans cette invasion fungique, l'absence de fétidité et ce caractère avait particulièrement frappé M. Fürbringer. Quand on abandonne à l'air des liquides ou des tissus animaux, s'il y a putréfaction, il n'y a pas de moisissure ; les moisissures ne se montrent que lorsque la putréfaction est terminée ou quand elle n'existe pas. Bactéries et Champignons semblent donc s'exclure : cette remarque pouvait tendre à faire penser que les Mucorinées avaient pu jouer un certain rôle.

Les recherches de M. Lichtheim (1) et celles de M. Lindt (2) firent entrer l'étude des *Mucor* pathogènes dans une voie nouvelle, car ils injectèrent à des animaux des spores de diverses espèces découvertes accidentellement sur du pain maintenu à l'étuve à 37°, et ils déterminèrent la mort des animaux en un temps très court avec des lésions tuberculeuses de presque tous les organes. Mais le mode de découverte de ces Champignons pathogènes exerça une influence sur l'esprit de ces deux savants distingués, car ils conclurent de leurs recherches que ces espèces, isolées accidentellement sur de la mie de pain, n'avaient aucune importance pratique.

---

(1) Lichtheim : *Ueber pathogene Mucorineen* (Zeits. f. klin. Medec. 1884, VII, 147).

(2) Lindt : *Mitth. über einige pathogene Schimmelpilze* (Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 1886, XXI, 269).

Une observation très importante, due à M. Paltauf (1), qui n'a malheureusement pas été contrôlée par l'expérience, vint établir, peu de temps après, d'une manière assez décisive, semble-t-il, les graves désordres que peut produire une Mucorinée qui a envahi l'organisme humain. Cet exemple a pour nous une valeur capitale, on comprendra donc que nous le rappelions avec précision.

Un homme de 52 ans souffrait depuis plusieurs années de l'estomac, et vomissait depuis une semaine presque tous ses aliments. A son entrée à l'hôpital, on constate des symptômes de bronchite généralisée, bruits du cœur faibles mais sans altération, épigastre douloureux à la pression, foie de grosseur anormale. La fièvre se déclare les jours suivants, de l'ictère se produit, de la diarrhée, du ballonnement, de la tuméfaction de la rate et un état typhoïde très accusé. Neuf jours après son entrée à l'hôpital, le malade meurt dans le coma.

L'autopsie du cadavre, faite avec le plus grand soin, révèle un abcès au cerveau, des phlegmons au pharynx et au larynx, des altérations notables des poumons, des ulcérations de l'intestin grêle, de fausses membranes purulentes dans le grand épiploon, enfin une tumeur dans la rate.

Les tissus inclus dans la celluloïde, coupés et colorés à l'éosine hématoxylique établissent l'existence d'une mycose généralisée des plus remarquables. Dans le poumon seul le Champignon avait fructifié et on y distinguait des sporanges d'un *Mucor* que M. Paltauf a désigné, sans preuves suffisantes, sous le nom de *M. corymbifer*. Des ensemencements de la moisissure ne furent malheureusement pas faits, les tissus ayant été mis, dès le début, dans l'alcool.

Ce cas est le seul démonstratif d'une mycose généralisée chez l'homme où la moisissure parasitaire paraît être la cause unique de la maladie ayant déterminé la mort. Il est à regretter seulement que des cultures et des inoculations n'aient pas été faites pour contrôler l'observation et aussi pour préciser ou rectifier la détermination du Champignon.

A côté des deux observations de M. Fürbringer et de M. Paltauf que nous venons de rapporter, qui nous donnent, la première, une présomption, la seconde, un argument très sérieux en faveur du rôle nuisible des Mucorinées, nous pouvons mentionner des faits de bien moindre valeur, mais qui cependant ne doivent pas être négligés. M. Böllinger (1) a fait, en quelques lignes, mention de deux Mucorinées désignées par Harz sous les noms de *racemosus* et de *conoideus*, qui auraient été découvertes dans les poumons. D'autres observateurs ont d'ailleurs fait des remarques semblables sur des Oiseaux : M. Schütz (2) pour le *Corvus glandularius*, M. Reinhardt (3) chez l'*Anser segetum* et le *Cormoranus Carbo* ; enfin, M. Zürn (4) a signalé un *Mucor* dans les organes respiratoires des Oiseaux de basse-cour.

---

(1) Paltauf : *Mycosis mucorinea. Ein Beitrag zur kenntniss der menschlichen Faden Erkrankung* (Virchow's Archiv 1885, t. CII).

A ces cas, on pourrait ajouter, mais avec doute, celui signalé par M. Cohnheim (5), que M. Paltauf a regardé comme se rattachant aux types de *Pneunomycosis mucorinea*, mais il nous semble que l'on ne peut guère tenir compte de cet exemple, puisque la fructification n'a pas été observée ; la seule chose qui paraît probable, c'est qu'il ne s'agissait pas d'un *Aspergillus* qui évidemment aurait présenté des têtes fructifères.

Pour clore cette énumération, le fait signalé récemment par M. Herla (6) de l'existence d'un *Mucor* dans un cas de pneumomycose humaine, nous paraît également insuffisamment établi car les dessins donnés par l'auteur ne correspondent guère à ceux que fournirait une sporange d'un Champignon de ce genre (7).

Toutes ces observations nous font nettement saisir l'utilité qu'il peut y avoir à déterminer le parasite avec rigueur. Sauf pour les travaux de M. Lichtheim (dont la partie systématique a été revue par M. Cohn, botaniste éminent qui vient d'être enlevé à la science) et ceux de M. Lindt qui est son élève, la partie botanique de ces études est très souvent insuffisante : tout semble prouver que le *Mucor Mucedo* n'est pas parasite et cependant plusieurs auteurs ont cru reconnaître cette espèce dans les poumons ; il paraît également que le *M. racemosus* n'est pas parasite, contrairement à ce que dit M. Böllinger : quant au *Mucor conoideus*, sa description n'existe nulle part à notre connaissance (1), c'est donc probablement un nom qu'il faut rayer.

---

(1) Böllinger : *Ueber Pilzkrankheiten höherer und niederer Thiere* (Aertztlichen Intelligenz Blatt, t. 27, 1880).

(2) Schütz : *Ueber das Eindringe von Pilzsporen in die Athmungsweg* (Mitth. d. Kaiser. d. R. Ges. Amtes, II, 208).

(3) Voir Schütz.

(4) Zürn : *Krankheiten des Hausgeflügels*, 1882.

5) Cohnheim : *Zwei Fälle von Mycosis, der Lungen* (Virchow's Archiv. t. XXXIII, 157).

(6) Herla : *Note sur un cas de pneumomycose chez l'Homme* (Bull. de l'Acad. roy. de méd. de Belg., 1895, 4^e série, t. 9, 1021).

(7) Nous laissons de côté les cas d'Otomycose comme en dehors de notre sujet. On consultera sur ce point les travaux de Siebenmann *(Die Schimmelmykosen der menschlichen Ohres*. Wiesbaden, 1899) et de Jakowski *(Otomycosis mucorinea)* qui ont observé dans l'oreille les *Mucor corymbifer*, *ramosus* et un *Mucor septatus*, ce dernier étant insuffisamment connu.

L'ensemble des considérations que nous venons d'exposer va justifier la nécessité de la description détaillée que nous donnerons plus loin de l'espèce pathogène nouvelle qui fait l'objet du présent travail.

Origine de la nouvelle Mucorinée. — Dans presque toutes les recherches que nous venons de mentionner relativement aux Mucorinées parasites, on a complètement négligé jusqu'ici de rechercher le Champignon pendant que le malade était encore vivant. Cependant cette recherche préliminaire est indispensable et, dans ces dernières années, la plupart des auteurs qui se sont occupés de l'aspergillose n'ont pas négligé de la faire. D'ailleurs, dès 1842, Bennett (2) observa la Moisissure aspergillaire dans les crachats d'un malade qu'on regardait comme phtisique et il la retrouva après la mort dans les cavernes creusées dans le poumon.

Au mois de novembre 1898, une femme d'une trentaine d'années, robuste, mariée à un cultivateur, habitant la campagne, atteinte depuis plusieurs mois déjà d'une affection à marche lente des voies respiratoires qui la faisait tousser, cracher, souffrir et maigrir, vint consulter, après plusieurs autres, le Docteur Lambry, médecin à Courtenay (Loiret). Celui-ci, en raison des renseignements qui lui sont donnés par cette malade qui lui déclare avoir soigné un an avant sa sœur morte de tuberculose, en raison des signes cliniques relevés à l'auscultation des sommets du poumon, pense à l'existence possible de la phtisie. Il se fait donner, en conséquence, des crachats en vue d'y rechercher le bacille de Koch. Recueillis dans un tube d'essai stérilisé, ces crachats sont remis à l'un de nous. Ils présentent un aspect muqueux sur lequel le malade avait appelé l'attention du médecin ; leur aspect est gris bleuâtre et ils offrent, en outre, des traînées plus grises semblant formées par des amas de très fines granulations réunies en tas.

---

(1) Fischer : *Phycomycetes* (Rabenhort's. Krypt. Flora, p. 194).

(2) Bennett (Trans. of the Roy Scot. of Edinburgh, 1842).

Les méthodes classiques d'Ehrlich et de Kühne ne révèlent pas l'existence du Bacille de Koch, mais des globules sphériques pourvus de prolongements s'observent rappelant ceux qu'on voit dans l'aspergillose. L'examen de nouveaux crachats, fait quelques jours après, met en évidence (par coloration par la thionine phéniquée) la présence : 1° de spores intactes ; 2° de spores en voie de germination ; 3° de fragments de mycélium jeune. Des cultures faites en liquide Raulin donnent d'emblée à l'état de pureté le *Mucor* nouveau que nous allons décrire.

La présence de ce Champignon n'était pas accidentelle, car de nouveaux examens faits une première fois huit jours plus tard, une seconde fois trois semaines après, donnèrent le même résultat positif. La malade traitée notamment par l'arsenic et l'iodure de potassium suivant la méthode recommandée en pareil cas contre l'aspergillose [Lucet (1), Rénon (2)], s'est remise peu à peu, elle va actuellement aussi bien que possible, sa toux a presque complètement disparu, ses crachats ne possèdent plus leurs caractères primitifs, son état général est devenu plus florissant et elle a augmenté de poids. Pendant cette période de traitement, les crachats de cette femme furent examinés un nombre de fois assez considérable, à des intervalles plus ou moins éloignés et l'ensemencement des milieux nutritifs donna des résultats positifs en grand nombre. Quelques essais cependant restèrent infructueux, mais ils furent toujours relativement rares dans les premiers mois du traitement ; c'est plus tard seulement qu'ils devinrent plus nombreux et finirent de même par être la règle, à mesure que l'amélioration se manifestait avec plus de netteté dans l'état de la malade.

Description de Rhizomucor parasiticus. — Les faits intéressants que nous venons de rappeler étant établis, il s'agissait de savoir si l'espèce ainsi isolée était nouvelle, si elle ne pouvait pas être confondue avec l'une des quatre Mucorinées pathogènes étudiées par M. Lichtheim (1) et par M. Lindt (2). Parmi ces Champignons, trois appartiennent au genre *Mucor* (*corymbifer, ramosus* et *pusillus*), un au genre *Rhizopus* (*rhizopodiformis*). Or, le parasite que nous allons décrire est intermédiaire entre les précédents ; il peut être regardé comme constituant un type de transition entre ces deux groupes et appartient à une section nouvelle du genre *Mucor* que nous désignerons sous le nom de *Rhizomucor*.

---

(1) Ad. Lucet : *De l'Aspergillus fumigatus chez les animaux domestiques.* Paris, 1897.

(2) Rénon : *Étude sur l'Aspergillose chez les animaux et chez l'homme.* Paris, 1897.

Aspect des cultures. — Si l'on cultive la Mucorinée nouvelle sur des milieux variés comme pomme de terre, mie de pain, carotte, etc., on voit que ce Champignon se présente sous l'aspect d'un gazon peu élevé en dessus du substratum, ne remplissant jamais complètement les tubes de culture et présentant d'ordinaire au début une teinte gris de souris, gris de plomb, mais ne tardant pas, en vieillissant, à devenir brun fauve.

Appareil végétatif. — Ce qui caractérise le genre *Rhizopus* par rapport au genre *Mucor*, c'est l'existence de stolons rampants à la surface des milieux nutritifs, grâce auxquels ces plantes s'étendent rapidement en surface ; de place en place, les stolons émettent dans le substratum des faisceaux de filaments suceurs courts qui jouent le rôle de racines et qu'on appelle les rhizoïdes. Le Champignon nouveau que nous avons eu l'occasion d'étudier présente donc ces caractères importants de posséder des rhizoïdes (Pl. 3, fig. 1, 2, 3, 4, 7, 17) et des filaments rampants (Pl. 3, fig. 16).

Les rhizoïdes n'offrent pas ici la même constance que dans le *Rhizopus nigricans*, mais ils existent normalement sur milieu riche et solide (pomme de terre, mie de pain, carotte, etc.) ; ils peuvent ne pas se différencier sur milieux liquides (jus de fumier). Dans certains cas, ils sont formés de rameaux courts, bosselés, irréguliers, à paroi épaisse, fortement cutinisée et colorée en brun. Ils sont quelquefois groupés au nombre de quatre ou cinq à la base d'un filament fructifère (fig. 1) ; mais très souvent leur nombre ne dépasse pas deux (fig. 2) et ils s'attachent à un filament couché. Quand ils sont ainsi peu nombreux, leur taille en général s'accroît, leur extrémité effilée s'allonge et tend à devenir moins colorée ou même tout à fait incolore. Ces rhizoïdes naissent normalement à la base, mais ils peuvent se montrer accidentellement sur des filaments fructifères (fig. 7 et 17).

---

(1) Lichtheim : *Ueber pathogene Mucorineen* (Zeitsch. f. klin. Medec., 1884, VII, 147).

(2) Lindt : *Mittheilungen über einige pathogene Schimmelpilze* (Arch. f. experim. Pathol. und Pharmakol. 1886, XXI, 269).

Les stolons rampants présentent des dimensions variables en longueur et en diamètre. On en observe souvent de très grêles de 7 μ d'épaisseur, d'autres beaucoup plus gros de 20 μ ; leur coloration est souvent brune et passe sans règle accusée par des teintes beaucoup plus pâles jusqu'à l'absence complète de couleur ; en général cependant les gros filaments sont plus cutinisés que les grêles et c'est surtout au voisinage des rhizoïdes que leur couleur brune se manifeste. Entre deux groupes de rhizoïdes on peut mesurer des stolons de longueur assez grande, atteignant par exemple 500 μ à 700 μ et même plus. Les filaments couchés se ramifient fréquemment et d'une manière irrégulière dichotomiquement (1) ou trichotomiquement sans ordre appréciable (fig. 5, 16 et 6) ; souvent ces divisions se répètent au voisinage les unes des autres : à une dichotomie succédera une trichotomie ou l'on observera deux trichotomies successives (fig. 6). Il va de soi, dans ces derniers cas, qu'en ces points où ces ramifications sont si nombreuses les dimensions des filaments deviennent plus fortes. Quand ces divisions répétées s'observent comme nous venons de le dire, très souvent plusieurs d'entre elles se redressent en pédoncules fructifères qui se trouvent par cela même groupés en faisceau comme dans le genre *Rhizopus* (fig. 21, fig. 13) ; mais, contrairement à ce qui est la règle dans ce dernier cas, il n'y a pas nécessairement des rhizoïdes en ces points. En somme, nous retrouvons les caractères végétatifs des espèces de *Rhizopus*, mais moins différenciés, plus inconstants, plus instables.

Pédoncules fructifères. — L'étude des pédoncules fructifères va d'ailleurs nous montrer immédiatement que nous n'avons pas affaire à un représentant de ce dernier genre, car ils se ramifient, ce qui n'arrive que dans les *Mucor*. La combinaison des caractères végétatifs du *Rhizopus* avec les caractères reproducteurs des *Mucor* nous paraît justifier la création d'une section de ce dernier genre, servant de passage à l'autre.

---

(1) Entre deux dichotomes successives on peut, par exemple, mesurer une longueur de 280 μ.

L'épaisseur des pédoncules fructifères est le plus souvent de 12 à 14 μ ; mais il n'est pas rare de rencontrer de gros filaments cutinisés de 20 μ de diamètre ou de très grêles n'ayant que 8 μ. Ces axes dressés atteignent souvent de 800 à 2500 μ de hauteur; leur forme est à peu près cylindrique, cependant fréquemment leur diamètre diminue vers la base et quelquefois on observe des filaments ayant 14 μ en haut et 8 μ en bas. Ces pédoncules peuvent être isolés, mais, ainsi que nous le disions plus haut, il arrive souvent qu'ils sont en bouquets de trois ou quatre et même cinq. Des cloisons s'y observent surtout vers le haut, au-dessous du sommet et près des ramifications.

Il nous est arrivé de remarquer sur un gros filament cutinisé la présence de deux pédicelles grêles soudés ensemble à la base (fig. 20); la hauteur de ces deux filaments était sur un de ces exemplaires de 480 à 500 μ.

Pédicelles secondaires. — Ces deux derniers pédicelles peuvent être homolcgués à des pédicelles secondaires qui auraient pris un très grand développement, et ceci doit se produire vraisemblablement quand le pédoncule primaire avorte par une cause quelconque, lorsqu'il est renversé par exemple et que son sporange terminal s'atrophie. Il n'est pas rare d'ailleurs de voir des pédicelles manifestement secondaires (par suite de leur faible taille) s'insérer à angle droit sur un filament terminé ou non par un sporange (fig. 19). On observe quelquefois, par contre, des pédicelles secondaires qui retournent à l'état de filaments rampants (fig. 18).

Mais ces derniers cas sont, en somme, exceptionnels et, selon la règle générale, les filaments secondaires sont plus grêles que le pédoncule principal et insérés en faisant avec son axe un angle de 15 à 20°. Si le diamètre du pédoncule est de 12 μ celui du pédicelle sera de 6 μ. La longueur des axes secondaires reste le plus souvent faible : sur un échantillon, par exemple, le 1er pédicelle à partir du sommet sera de 80 μ et le 2e de 56 μ. Ces pédicelles sont d'ailleurs tous groupés vers le sommet, et les distances au sporange terminal de la base des pédicelles successifs sont :

1er pédicelle.	48 μ	3e pédicelle	208e
2e »	72 μ	4e »	280 μ

La partie fertile s'étend sur 350 μ.

La hauteur totale est de 2.200 μ.

Dans l'exemple que nous venons de citer, c'est le pédicelle le plus voisin du sommet qui est le plus long, mais il n'en est pas toujours ainsi : sur la figure 11 on voit nettement que c'est le deuxième pédicelle qui dépasse à la fois le premier et le troisième. On entrevoit donc ici une tendance à la transformation de la grappe en corymbe. On sait que chez le *Mucor corymbosus* on observe exactement les mêmes caractères et, malgré le nom qu'elle porte, cette dernière espèce ne présente que rarement des corymbes parfaits. Dans certains cas relativement rares, il arrive que les pédicelles secondaires prennent un développement et dépassent de beaucoup le pédoncule primaire ; d'ordinaire quand ceci se produit (fig. 14), la surabondance d'activité qui se manifeste ainsi chez les pédicelles secondaires s'accuse plus encore par l'apparition de pédicelles tertiaires et même quaternaires. L'insertion du pédicelle a lieu d'ordinaire sur une spirale, mais pas toujours régulièrement.

Sporanges. — Les caractères des sporanges terminant les pédoncules primaires ou les pédicelles secondaires sont les mêmes. La différence principale qui existe entre eux est due simplement aux faibles dimensions de ces derniers. Quand un de ces sporanges se forme, il apparaît d'abord comme un renflement sphérique translucide présentant en son centre des granulations protoplasmiques légèrement ocracées. On ne tarde pas à voir apparaître sur la membrane un grand nombre de petits cristaux pointus comme cela arrive d'ordinaire chez les *Mucor* (fig. 10). La déhiscence du sporange a lieu par gélification à peu près complète de la membrane qui ne laisse qu'une très légère collerette à la base de la columelle. Cette dernière est ovoïde, légèrement piriforme, rétrécie vers le point d'attache ; à l'état de maturité, elle est cutinisée et de coloration brun-clair; cette cutinisation s'étend d'ailleurs sur une faible étendue de la partie supérieure du pédoncule ou des pédicelles qui portent la columelle (fig. 9).

Les dimensions des sporanges sont :

Sporange terminal.	Diamètre total 80 μ.	
	Columelle	68 μ de large. 56 μ de large.
Sporange latéral . .	Diamètre total 35 à 60 μ	
	Columelle	26 μ de long à 44 μ 24 μ de long à 38 μ

Il est à remarquer que le degré de développement des divers sporanges d'une inflorescence peut présenter certaines variations. Tandis que le sporange terminal est vidé, par exemple, le premier sporange à partir du sommet est seulement ébauché à l'état de boule dans laquelle les spores ne sont pas encore différenciées, tandis que 2e sporange latéral a ses spores formées et la membrane sporangiale en voie de dissolution. Il n'en est pas toujours ainsi : le sporange terminal peut être encore dépourvu de spores, le premier sporange latéral peut, au contraire, être plus avancé que le deuxième ; on remarque dans ce cas sur le pédicelle n° 1 une ramification de deuxième ordre terminée par un sporange à peine ébauché.

Spores. — Les spores enfin ont une forme assez caractérisée, elles sont réniformes et l'épaisseur à l'endroit de l'ombilic est seulement de 2 μ, 4 ; la hauteur étant de 4 μ. Quand on les observe de trois quarts, elles apparaissent sous la forme d'un petit disque ovoïde, mais la dépression précédente se manifeste par un contour plus clair que l'on peut remarquer sur les dessins (Pl. 3, fig. 22). Enfin, si la spore est vue de dos elle se présente sous la forme d'une petite masse ovoïde.

En résumé, nous pouvons condenser ces caractères dans la diagnose suivante.

Diagnose. — RHIZOMUCOR. — Section nouvelle du genre *Mucor*. Mucorée à stolons et à rhizoïdes irréguliers et à pédoncules fructifères ramifiés ; columelle entourée à la base de débris de membrane du sporange, cette dernière s'insérant en haut du pédoncule.

RHIZOMUCOR PARASITICUS. — Espèce nouvelle gazonnante, de couleur brun fauve grisâtre, gris de plomb ou gris de souris. Pédoncules fructifères, de 12 à 14 μ de large sur 1 à 2c.m. de long, ramifiés le plus souvent en grappe simple ou corymbe, seulement au sommet sur une longueur de 300 μ ; sporanges de 80 à 35 μ ; columelle ovoïde, piriforme, cutinisée, légèrement brunâtre, de 70 à 30 μ de haut. Sporanges latéraux semblables, mais plus petits : Pédicelles rarement une deuxième fois ramifiés.

Comparaison avec les autres Mucorinées pathogènes. — Si les Mucorinées parasites sont assez nombreuses, les espèces pathogènes de l'homme et des animaux supérieurs sont en nombre très restreint : On en a signalé trois espèces du genre *Mucor* et une du genre *Rhizopus* (1).

Le *Mucor pusillus* de Lindt se distingue de notre Champignon par l'absence de rhizoïdes (2) et par ses spores rondes. Il présente, sauf cela, de grandes affinités avec notre espèce, surtout en tenant compte de ses températures critiques.

Le *Mucor corymbifer* et *ramosus* se rapprochent beaucoup du *Rhizomucor* par le mode de ramification, mais ils s'en distinguent nettement par leur pédicelle fructifère renflé à la partie supérieure au-dessous du sporange. Ces deux espèces sont d'ailleurs très voisines l'une de l'autre et il serait peut-être préférable de les considérer comme des petites espèces d'une même stirpe. La seule différence qui se soit maintenue constante entre elles pendant l'étude prolongée que M. Lindt a faite de cette dernière tenait aux dimensions des spores qui étaient de 2 à 3 μ dans le *corymbifer*, tandis qu'elles atteignent 5 à 6 μ de long dans le *ramosus*.

On voit d'après cela que ces deux espèces sont extrêmement voisines l'une de l'autre et l'on ne s'explique pas pourquoi M. Zopf (3) a cru devoir placer le *ramosus* de Lindt dans les *Rhizopus*. Peut-être est-ce à cause du renflement du pédicelle au-dessous du sporange, caractère qui s'observe chez le *Rhizopus nigricans*. Il ne semble cependant pas que ce soit ce fait qui l'ait guidé, car alors il l'aurait appliqué au *corymbifer* qui le possède aussi. Comme cet auteur ne parle pas de rhizoïdes, ni M. Lindt non plus, il ne nous semble pas qu'il y ait lieu de séparer le *ramosus* des *Mucor*.

Le *Rhizopus rhizopodiformis* Zopf (*Mucor rhizopodiformis* Cohn et de Lichtheim, *Rhizopus Cohnii* Berlese et Toni) se rapproche à certains égards beaucoup de notre espèce. Il possède comme elle des stolons peu nettement différenciés, car ils passent fréquemment aux filaments fructifères couchés, mais il a des rhizoïdes assez nets. Les pédoncules fructifères partent presque toujours des points où se forment les rhizoïdes et ils sont simples ; ils ne se ramifient que d'une manière très exceptionnelle et assez irrégulièrement. La membrane du sporange est noire, lisse, sans dépôt ou avec de très fines incrustations (d'après M. Fischer). La hauteur des pédoncules sporangiaux est toujours faible de 120 à 125 μ (d'après Cohn) et ce caractère seul suffit pour bien nettement distinguer notre espèce de celle-ci. L'apophyse au dessous du sporange est aplatie en sorte de table. Les spores sont arrondies, de 5 à 6 μ.

---

(1) On a signalé, en outre, un *Mortierella* qui s'était développé dans la trachée d'un Chat qui en avait été asphyxié (Costantin. Bulletin de la Société mycolog. de France, t. VIII, p. 57).

(2) Sur du jus de fumier, nous avons vu les rhizoïdes faire défaut dans notre espèce, mais ce caractère reparaît si on cultive de nouveau la plante sur un milieu plus riche : mie de pain, pomme de terre, etc.

(3) Schenck : *Handbuch der botanik*, IV, 587.

Nous avons insisté sur la comparaison de notre espèce nouvelle avec toutes ces formes, non seulement à cause de leur importance pratique, mais aussi à cause du remarquable enchaînement qui les lie. Il y a là une série continue qui part du *pusillus* qui passe au *corymbifer*, au *ramosus* et qui par notre espèce conduit au *rhizopodiformis*. Les Mucorinées pathogènes semblent donc constituer un groupe à part correspondant à une évolution intéressante du genre *Mucor* vers le genre *Rhizopus*.

Nous ne saurions dire sous quelles influences ce groupe s'est formé au moins dans l'état actuel de nos connaissanees. Tout ce que nous pouvons nous demander c'est pourquoi ces espèces sont pathogènes.

Influence de la température. — La recherche des températures qui permettent de cultiver le *Rhizomucor* va nous permettre de comprendre pourquoi l'adaptation a pu se faire de ces êtres aux animaux supérieurs qui les hébergent.

Le *Rhizomucor* ne pousse ni à 15° ni même à 20°. Il commence à croître très lentement vers 22°. Il se développe bien à 33° 34° et en deux jours il envahit de ses fructifications les milieux les plus variés. Vers 47° et 48° et surtout vers 50° sa croissance devient beaucoup plus difficile ; à 53° il pousse très lentement et à 60° il ne pousse plus.

Deux faits nous paraissent mériter d'être retenus : d'abord que le Champignon pousse surtout très bien à 37°, et en second lieu qu'il ne pousse pas aux températures ordinaires.

Si l'on compare ces données remarquables à celles que l'on possède pour les Moisissures banales, on voit des différences très accusées se manifester. Les recherches de M. Wiesner (1) sur le *Penicillium glaucum* nous donnent les trois températures critiques suivantes pour la germination des spores ; minimum, 1°,5 à 2° ; optimum, 22° ; maximum, 40° à 43°. Les recherches de M. Hansen (1) pour la formation du voile du *Saccharomyces cerevisiae* ont montré que le minimum s'observe entre 5° et 6°, le maximum entre 34° et 38°.

---

(1) Wiesner : Sitz ungsb. d. Wiener Akad. t. 68, I (1873), p. 5.

D'après Johan Olsen (2) l'optimum de croissance mycéliale pour l'*Aspergillus glaucus* est la température des chambres, pour l'*A. repens*, selon M. Siebenmann (3) de 10 à 15 ; la croissance cesse à 30° pour la première espèce, à 25° pour la seconde.

Certaines espèces non pathogènes comme le *Sterigmatocystis nigra* ont une température optimale élevée (34 à 35°) d'après Raulin (4), mais on peut le cultiver à la température ordinaire. Notre espèce, non seulement se cultive bien aux hautes températures, mais elle ne cultive pas à 15°. Elle présente à ce point de vue une ressemblance seulement avec le *Mucor pusillus*.

Il lui a évidemment fallu, pour arriver à ce résultat, s'adapter progressivement à vivre à des températures de plus en plus hautes en perdant la faculté de végéter aux températures ordinaires moyennes de nos pays.

Cette constatation nous amène à penser que le *Rhizomucor* est peut-être plus commun chez les animaux qu'on ne peut le soupçonner jusqu'ici, car sans cela on ne s'expliquerait pas comment il peut se maintenir dans nos climats où il ne doit trouver, sauf pendant une courte période d'été, une température favorable pour sa croissance.

Le caractère pathogène de notre espèce se manifeste d'ailleurs par des inoculations faites au lapin et au cobaye, qui ont donné les résultats les plus concluants.

Inoculations. — Le *Rhizomucor parasiticus* est pathogène pour le Lapin et le Cobaye en inoculations intra-veineuses ou intra-péritonéales. Il est sans action chez ces mêmes animaux lorsqu'il est introduit sous la peau. Il n'est pas pathogène pour le Chien, quelle que soit la voie choisie pour l'inoculer.

---

(1) Hansen : *Recherches sur la physiolog. et la morphol. des ferments alcooliques, VI. Les voiles chez le genre Saccharomyces* (Résumé des C.-rendus des travaux du laboratoire de Carlsberg, Copenhague, 1886).

(2) Voir *Just's Jahresbücher* 1885, p. 475.

(3) Siebenmann : *Die Fadenpilze Aspergillus*, 24.

(4) *Annales sc. nat.* 5e série, XI, 208.

I. On inocule à un fort et vigoureux Lapin adulte, par *voie intraveineuse*, deux centimètres cubes de bouillon stérilisé dans lequel ont été émulsionnées, en quantité abondante, des spores d'une culture âgée de 8 jours. Ce Lapin meurt au bout de 4 jours, avec les lésions suivantes : foie hypertrophié, jaunâtre ; rate énorme, noire ; reins congestionnés, piquetés de rouge ; ganglions intestinaux hyperémiés. De la pulpe du foie étalée sur pomme de terre, à titre de contrôle, donne rapidement les jours suivants une culture pure du Champignon inoculé.

II. Un autre Lapin reçoit un mois plus tard, dans le *torrent de la circulation*, la même dose d'eau distillée, stérilisée, fortement chargée de spores provenant d'une culture sur pomme de terre âgée d'un mois. Il est trouvé mort au bout de moins de 3 jours. Son autopsie révèle, comme précédemment, des lésions congestives très accusées du foie, de la rate, des reins et des ganglions mésentériques. Un fragment de ceux-ci, prélevé avec tous les soins usités en pareil cas, donne, en quelques jours, dans du liquide Raulin, une culture typique de *Rhizomucor*.

Dans ces deux expériences, en raison de l'énorme quantité de spores inoculées, les lésions déterminées ont été de simples lésions conjonctives. Ce sont elles d'ailleurs qui dominent dans les inoculations intrapéritonéales en s'accompagnant de quelques néo-membranes.

III. Si la *quantité de spores inoculées est moindre*, la mort de l'animal survient plus lentement. Des spores sont diluées dans la solution physiologique de sel marin au 6 millième et inoculées dans la veine de l'oreille d'un Lapin ; il meurt au bout de 8 jours seulement après avoir présenté les variations suivantes du poids pris chaque jour : 2^k150 ; 1^k900 ; 1^k950 ; 2^k ; 2^k50 ; 1^k910 ; 1^k850. Des fragments de rate et de foie ensemencés ont donné des cultures pures.

Quand la dose de spores injectées est moins grande, les lésions changent d'aspect. Un Lapin injecté dans l'oreille avec deux centimètres cubes de bouillon, dans lequel sont émulsionnées une petite quantité de spores prélevées dans une culture sur pomme de terre âgée de dix jours, sont injectés dans la veine de l'oreille d'un Lapin adulte. Son foie, après la mort, est énorme et jaunâtre. Les reins et le poumon présentent quelques lésions tuberculiformes de la grosseur d'une tête d'épingle. La rate est hypertrophiée.

IV. Les inoculations faites dans le *péritoine* de deux centimètres cubes d'eau stérilisée fortement chargée de spores à un Lapin amènent sa mort en 4 jours. Le foie est hypertrophié et recouvert d'un mince enduit membraneux grisâtre que le microscope montre riche en mycélium. La rate, noire, volumineuse, est quelque peu diffluente. Les ganglions mésentériques sont marbrés de rouge. Une petite quantité de liquide jaunâtre, leucocytique, existe dans la cavité péritonéale. Cultures pures avec le liquide péritonéal.

V. Le même jour que dans l'expérience précédente, un Cobaye est inoculé dans les mêmes conditions (*péritoine*) avec un centimètre cube du même produit. Il est trouvé mort au bout de 5 jours avec le foie congestionné et couvert de quelques membranes molles minces et grisâtres. La rate est noire. Il y a peu d'exsudation péritonéale et le poumon est manifestement hypérémié. Deux tubes de pomme de terre ensemencés l'un avec de la pulpe hépatique, l'autre avec de la pulpe splénique donnent des cultures riches.

VI. — Dans une autre expérience, un centimètre cube de bouillon stérilisé peu chargé de spores est injecté dans l'une des *jugulaires* d'un Cobaye, il meurt au bout de 8 jours avec des lésions tuberculeuses accusées du foie, des reins et de la rate.

VII. — Les *variations de température* des animaux inoculés sont également à noter. Un Lapin inoculé dans la veine avec les spores issues d'une culture sur carotte âgée de quelques jours seulement ont présenté le phénomène suivant. Au bout d'un jour, 38°9 ; 2e jour, 38°8 ; 3e, 40°2 ; 4e, 39°8 ; le 5e, 35°4 ; 6e jour de la mort 34°8. A l'autopsie il existe des tubercules nombreux dans le foie et les reins. La rate, noire, est hypertrophiée, mais sans lésions tuberculiformes qui, par contre, existent encore dans les ganglions mésentériques. Le gros intestin est congestionné et l'urine contenue dans la vessie sanguinolente.

VIII. — Les inoculations faites à un Lapin et à un Cobaye dans le *tissu sous-cutané* avec 4 centimètres cubes dans le premier cas, avec 3 centimètres cubes dans le second, d'un bouillon très fortement chargé de spores n'ont pas amené la mort de ces animaux.

IX. — Un Chien de 2 ans, qui a reçu dans la saphène droite, 20 centimètres cubes d'eau distillée riche en spores, a été triste et sans appétit pendant quelques jours, puis il s'est rétabli. Réinoculé au bout d'un mois, il a résisté encore. Sacrifié un peu plus tard, on constate que tous ses organes sont sains.

En résumé toutes ces expériences établissent d'une manière indéniable le caractère pathogène de l'espèce nouvelle que nous venons de décrire.

Ces données et l'observation faite sur l'Homme mentionnée plus haut, suffisent à montrer l'intérêt s'attachant à l'étude de notre Mucorinée pathogène. La connaissance de ses températures critiques conduirait à penser, ou que ce Champignon est tropical, ce qui est assez peu vraisemblable, ou qu'il est essentiellement pathogène : et cette dernière conception contribuerait à faire soupçonner qu'il est commun chez l'Homme ou les animaux.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 3

Fig. 1, 2, 3 et 4. — Divers aspects des rhizoïdes.

Fig. 5. — Dichotomie des filaments rampants.

Fig. 6. — Ramification dichotomique ou trichotomique.

Fig. 7. — Filament fructifère sur lequel naît un appendice rhizoïde.

Fig. 8. — Sporange secondaire naissant à angle droit du filament principal.

Fig. 9. — Columelle.

flig. 10. — Sporange jeune.

Fig. 11 et 12. — Ramification normale du filament fructifère.

Fig. 13 et 14. — Ramification moins fréquente.

Fig. 15. — Deux filaments fructifères nés au même point (à un faible grossissement).

Fig. 16. — Filament rampant en relation d'une part avec deux rhizoïdes et de l'autre avec un pédoncule fructifère simple.

Fig. 17. — Pédicelle fructifère produisant accidentellement des rhizoïdes.

Fig. 18. — Pédicelle fructifère redonnant latéralement des filaments stolonifères.

Fig. 19. — Filament couché avec deux sporanges insérés perpendiculairement sur lui.

Fig. 20. — Deux filaments fructifères partant d'un même point.

Fig. 21. — Faisceau de cinq sporangiophores nés sur un gros filament cutinisé.

Fig. 22. — Spores.

LA
VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES

par **F. BOERGESEN** et **Ove PAULSEN** (1)

(Traduit en français par M^{lle} S. ERIKSSON (2)

Le 2 novembre 1895, le croiseur danois, le « Fyen », capitaine Caroc, sortit du port de Copenhague, ayant les Antilles danoises comme lieu de destination. Excepté nous autres botanistes, il n'y avait d'autre passager que le zoologiste Levinsen.

Le voyage a duré 50 jours. Sur ce temps, nous avons passé une semaine en Angleterre, à peu près le même temps en Espagne (Cadix) (3) et quelques jours à Madère. Le 22 décembre, nous sommes arrivés à Saint-Thomas.

Le 9 janvier, notre bateau se rendit à Saint-Jan, mais le 11 du même mois, il retournait à Saint-Thomas. A partir du 15 janvier, le « Fyen » fut stationné à Sainte-Croix où nous restâmes jusqu'au 28, le jour de notre départ pour Saint-Thomas. Le 2 février, nous quittâmes Saint-Thomas pour retourner en Danemark.

Nous témoignons notre vive gratitude à M. le professeur Warming, qui nous a beaucoup aidé de ses conseils et a bien voulu nous permettre de publier un certain nombre de figures dessinées par lui.

I

LA VÉGÉTATION DES HALOPHYTES

par F. BOERGESEN

Parmi les Halophytes qui se rencontrent aux Antilles danoises, on peut distinguer cinq classes :

1. Végétation marine.

---

(1) F. Boergesen og Ove Paulsen : *Om Vegetationen paa de dansk-vestindiske Oeer.* Det nordiske Forlag. Kjöbenhavn, 1898.

(2) Nous remercions vivement M^{lle} S. Eriksson pour la fidèle traduction qu'elle a faite de ce travail.

(3) F. Boergesen : *Beretning om et Par Excursioner i Sydspanien* (Botanisk Fidsskrift, 21. Bind. pg. 139, Tab. 5 et 6).

2. Végétation psammophile ou des plages sablonneuses ;
3. Végétation des côtes rocheuses ;
4. Végétation des Rhizophores ;
5. Végétation des plaines argileuses salines.

1° Végétation marine.

Sur les côtes des Antilles on trouve une végétation de plantes aquatiques sur un fond vaseux. Elle correspond à notre végétation de *Zostera* et se présente de la même manière. Ces plantes se rencontrent par une profondeur de mer de 1/2 à 3 brasses, aux endroits bien abrités, comme par exemple dans les baies et derrière les bancs de corail.

Les Phanérogames qu'on trouve ici sont : le *Thalassia testudinum* Koen. (Hydrocharitacée) qui présente une assez grande ressemblance avec notre *Zostera*, ayant pourtant les feuilles plus larges et courtes ; il a de grandes tiges souterraines submergées et courbées en zigzag, qui sont couvertes d'écailles brunes sur deux rangs ; le *Cymodocea manatorum* Aschers. (Potamogétonacée) avec des feuiles arrondies et des rhizomes submergées ; les *Halophila Engelmanni* et *Baillonis* Aschers. (Hydrocharitacée), petites plantes, très fines et vertes claires, dont les marcottes filiformes, glabres et vertes rampent sur le sable ; enfin on trouve aussi quelquefois le *Halodule Wrightii* (Potamogétonacée).

Les Algues donnent aussi un contingent assez important à cette formation. Sans compter les Algues épiphytes qui vivent sur les feuilles des plantes phanérogames nommées ci-dessus et qu'on doit ainsi compter parmi cette végétation, il y a encore plusieurs espèces qui préfèrent un fond vaseux. Ces Algues contrastent ainsi avec les autres qui, en général, aiment mieux pousser sur les rochers. Parmi ces Algues je veux surtout nommer les suivantes : plusieurs espèces du genre de *Caulerpa* (par exemple les *C. cupressoides*, *plumaris*, *pinnata* var. *mexicana*, etc.) qui ressemblent parfaitement aux Phanérogames au point de vue de leur manière de végéter, et qui peuvent comme ceux-ci couvrir de vastes espaces grâce à leurs rejetons qui sont souvent d'une longueur de plusieurs aunes (1). Au contraire, le *Penicillus capitatus*, l'*Udotea flabellata* et quelques espèces du genre *Halimeda*, tous assez fréquentes, ont des bases épaisses et cylindriques. Ces parties sont formées de fils qui ressemblent aux hyphes et qui sont couverts de nombreux grains de sable ; c'est avec l'aide de ces parties que les algues sont attachées sur le sol.

Toutes ces Algues se rencontrent très souvent et en grande abondance, quelquefois en formations pures et sans mélange, soit d'une espèce soit d'une autre. Elles couvrent de grands espaces, et on peut donc bien parler, par exemple, d'une formation de *Caulerpa* ou de *Penicillus*, etc.

2° LA VÉGÉTATION PSAMMOPHILE OU DES PLAGES SABLONNEUSES.

Tandis que le sable de nos rivages est principalement composé de quartz, le sable des bords de la mer aux Antilles Danoises est formé de calcaire, surtout de coraux calcaires ; plusieurs algues imprégnés de chaux, par exemple des espèces des genres *Halimeda*, l'*Udotea*, *Penicillus*, *Corallina*, etc., y contribuent aussi à un assez grand degré.

Les parties de ce sable calcaire sont d'une grosseur très différente et formées de grands morceaux comme de tout petits, mais en général, les grains sont bien plus grands et plus lourds que chez nous, ce qui empêche le vent de les enlever en tourbillons. En tout cas, je n'ai jamais vu le sable se mouvoir, même si le vent était très frais.

Dans la végétation qui couvre cette bande de sable, large de quelques centaines d'aunes seulement, on peut distinguer deux formations naturelles, à l'instar de ce qui a lieu à Java (Schimper: *Die indomalayische Strandflora*. Jena 1891, page 68-84).

1° La formation du *pes-capræ* qui pousse plus près de la mer, est principalement composée de plantes herbacées, dont le représentant le plus important et caractéristique est l'*Ipomœa pes-capræ* Sw.

---

(1) En regardant de plus près une branche du *Caulerpa*, par exemple du *C. cupressoides*, on observe absolument une ressemblance apparente avec le *Carex arenaria*. La tige principale, enfoncée dans le sol vaseux, est pointue comme celle du *Carex arenaria* et peut ainsi facilement percer la vase. De cette tige sortent, comme dans le *Carex arenaria*, aux intervalles, en haut, des rejetons assimilateurs verts, en bas, des racines se ramifiant très finement, et comme dans ce *Carex*, on trouve des rangs de rejetons assimilateurs, longs de plusieurs aunes.

(Pl. 4). C'est d'après cette espèce que Schimper a nommé la végétation à Java où la plante est très fréquente.

2° Derrière cette bande extérieure et plus basse il y a une autre formation, composée d'arbrisseaux et d'arbres et correspondant à la formation du *Barringtonia* (Schimper). Comme M. Warming (*Plantesamfund.* Kjöbenhavn 1895, pages 259-61) nous pouvons peut-être nommer celle-ci la formation du *Coccoloba* ou plutôt des *Manchinil-Coccoloba* (Pl. 6 et 7), d'après les deux représentants les plus communs : le *Coccoloba uvifera* Jacq. et le *Hippomane Mancinella* L.

1° La formation du pes-capræ.

Les espèces, dont cette formation aux Antilles danoises est composée, sont les suivantes : Graminées : le *Stenotaphrum americanum* Schrk., le *Dactyloctenium ægyptiacum* W., le *Cynodon Dactylon* Pers., le *Sporobolus virginicus* Kth. et le *Paspalum distichum* Sw. Puis nous trouvons : l'Amaranthacée *Philoxerus vermiculatus* R. Br., dont les feuilles d'un vert foncé et luisantes sur les deux faces, ne sont pas particulièrement épaisses ; les deux espèces du genre *Portulaca* : le *P. oleracea* L. et le *P. pilosa* L., avec des feuilles épaisses ; le *Sesuvium Portulacastrum* L., dont les feuilles d'un vert clair et luisantes sont épaisses et glabres ; l'*Heliotropium curassavicum* L. avec des feuilles d'un bleu verdâtre et charnues ; l'*Euphorbia buxifolia* Lam., dont les feuilles caractéristiques forment deux rangs. Comme celles du précédent elles sont bleu verdâtre et charnues. Nous avons encore : le *Cakile æqualis* L'Hér. qui ressemble beaucoup à notre *Cakile maritima* et ne s'en distingue que par un point. C'est que la base des branches est ligneuse et que la plante peut vivre plusieurs années. A vrai dire plusieurs des plantes que je viens de nommer sont des sous-arbrisseaux, la base des tiges plus avancées étant ligneuse.

De plus, on rencontre le *Diodia radicans* Cham. et Schl., nouveau pour nos îles, appartenant à la famille des Rubiacées (je l'ai trouvé dans l'île Orkanœen, près de Saint-Thomas), et ensuite le *Canavalia obtusifolia* D.C. (1) et l'*Ipomœa pes-capræ* Sw. Ces trois dernières plantes ont toutes de longues marcottes qui rampent sur le sable. Dans le *Canavalia* et surtout dans l'*Ipomœa pes-capræ*, celles-ci atteignent une longueur de plusieurs mètres (Pl. 4), et à l'endroit où les feuilles sont attachées on voit poindre de jeunes racines qui s'enfoncent dans la terre. (Eug. Warming : *Halofyt-studier* (D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. 6 Rœkke, naturv. og mathem. Afd. VIII. Kjöbenhavn 1897).

---

(1) Dans la Flore de Saint-Croix (Vidensk. Meddelelser fra Nath. For. 1876, p. 33). Eggers ne fait pas mention du *Canavalia obtusifolia*, tandis que le *Dolichos Lablab* est indiqué comme très commun aux rivages sablonneux. Dans *The flora of Saint-Croix and the virgin slands* (The Bulletin of the United States

La végétation est le plus souvent éparse ; les espèces particulières ne se trouvent que çà et là, et partout le sable blanc de corail luit à travers. Cependant aux endroits mieux abrités, où le *Sesuvium* se rencontre en grande abondance (voyez la Planche 6 : la basse végétation devant le *Coccoloba* est surtout formée de *Sesuvium*) et où l'*Ipomæa* avec ses longues marcottes forme une nappe épaisse, le sol est caché. La végétation est basse, rarement plus haute qu'un demi-mètre ; la couleur en est jaune verdâtre ou verte claire, selon les espèces qui y sont prédominantes.

Quelques observations biologiques, morphologiques et anatomiques.

Exposées au vent souvent très frais, à la chaleur et à la lumière intenses qui semblent encore augmentées par le sable blanc qui réfléchit les rayons du soleil, ces plantes transpirent beaucoup. Aussi la nature les a-t-elle munies de différents moyens de protection contre cette transpiration.

Les feuilles des Graminées sont plus ou moins bleu verdâtre et peuvent souvent s'enrouler, comme celles du *Cynodon*. Les stomates se trouvent seulement dans les cavités de la face supérieure de la feuille, comme par exemple dans le *Stenotaphrum*. Les deux côtés de la feuille de cette plante se rapprochent l'un contre l'autre vers le sommet, ce qui doit encore diminuer la transpiration.

Comme je l'ai dit déjà, plusieurs espèces, comme le *Sesuvium*

National Museum, Nr. 13, 1879, pages 44 et 45), ces plantes au contraire sont notées, le *Dolichos Lablab* comme " very common " et le *Canavalia obtusifolia* comme " common along the seashore ". Pourtant comme les exemplaires du *Dolichos Lablab* récoltés par M. Eggers, qui se trouvent ici au musée, sont tous des *Canavalia* et que je n'en ai jamais vu à la côte (il est sûr que c'est une plante tropicale souvent cultivée), je suppose qu'il y a en ce cas une erreur de M. Eggers.

Portulacastrum, le *Cakile æqualis*, les *Portulacca oleracea* et *pilosa*, l'*Euphorbia buxifolia* etc., ont les feuilles épaisses et charnues qu'on trouve si souvent dans les Halophytes.

D'autres ont les feuilles moins épaisses, comme par exemple, l'*Ipomœa pes-capræ* et le *Philoxerus vermiculatus*. L'*Heliotropium curassavicum*, *l'Euphorbia buxifolia* et plusieurs Graminées ont les feuilles et les tiges d'un gris bleuâtre, chose caractéristique pour les Halophytes.

Dans la plupart des espèces les feuilles sont plus ou moins dressées, fait indiqué déjà par M. Warming (1), ce qui les abrite contre l'ardeur du soleil. Le *Sesuvium*, le *Cakile* et les Graminées en sont des exemples. Les feuilles de l'*Euphorbia buxifolia*, d'une part dressées, sont, d'autre part, couvertes les unes par les autres (2). Dans l'*Ipomœa pes-capræ* les feuilles sont verticales et en même temps courbées, presque à angle droit, d'après la nervure centrale (voyez la Pl. 4 et *Halofytstudier* par M. Warming, fig. 3). Dans le bourgeon, les feuilles sont pliées ; les feuilles plus avancées qui ont la nervure centrale assez bien développée et tournée au dehors, sont courbées sur les feuilles plus jeunes. Les folioles du *Canavalia obtusifolia* sont aussi presque verticales et pliées. Les stipules qui sont très précoces, ont la forme de deux crêtes saillantes et pliées en ovale. Elles sont d'une consistance cornée et servent d'abri aux jeunes feuilles.

Si l'on compare les feuilles des différentes espèces qui se rencontrent ici, on trouve comme MM. Eggers et Warming (3) l'ont montré déjà, que presque toutes les feuilles (excepté celles de l'*Ipomœa pes-capræ* et du *Canavalia obtusifolia*) sont plus ou moins linéaires. La chose est la même dans la plupart des arbrisseaux de la formation de *Coccoloba* (voyez par ex. Pl. 5). Comme les feuilles aussi en général sont charnues, la surface est en comparaison avec la substance de la feuille assez petite, ce qui diminue encore la transpiration.

Si enfin nous comparons les plantes des bords sablonneux des Antilles avec les nôtres, nous trouvons tout de suite des différences biologiques. Tandis que chez nous les marcottes, dans le cas où il y en a, sont souterraines, celles des plantes des Antilles se trouvent toujours au-dessus de la terre. Le *Stenotaphrum americanum* et d'autres Graminées, le *Philoxerus vermiculatus* et le *Sesuvium portulacastrum* nous en servent d'exemples. La dernière de ces plantes peut donner des formations épaisses à l'aide de ses marcottes. Les branches du *Diodia radicans* qui rampent sur le sable sont aussi très longues. Celles du *Canavalia obtusifolia* et surtout de l'*Ipomœa pes-capræ* sont encore plus longues ; la planche 4 nous en donne une assez bonne idée. La photographie est prise sur la côte méridionale de Sainte-Croix; la forêt au fond du tableau est composée par l'*Hippomane Mancinella*.

---

(1) Warming l. c., p. 252.

(2) Warming : *Disposition des feuilles de l'*Euphorbia buxifolia *Lam*. (Oversigt over d. danske Vidensk. Selskabs Forhandlinger 1896).

(3) Eggers : L. c., page 25, et Warming : *Halofytstudier*, fig. 1, où un grand nombre des feuilles dont je viens de parler sont représentées.

Ce fait est aussi noté par M. Warming (1) qui fait observer que ces différences entre les plantes de nos côtes et celles des rivages tropicaux sont causées par la nature différente du sable. Dans les tropiques le sable se meut rarement, et ainsi les plantes ne deviennent pas souvent couvertes de sable, tandis que chez nous, elles en sont toujours couvertes, et on peut même dire qu'elles en ont besoin pour bien végéter.

Pour l'anatomie de la feuille de ces plantes, je renvoie aux *Halofytstudier* de M. Warming, ouvrage où la plupart de ces espèces sont décrites et représentées par des gravures (2). Comme M. Warming ne parle pourtant qu'assez peu du *Canavalia obtusifolia*, une plante très caractéristique, je veux ici en faire l'objet de recherches plus détaillées.

La feuille a une structure dorsiventrale, mais non pas à un degré très prononcé. L'épiderme est composée de cellules polygonales, un peu plus grandes à la face supérieure qu'à la face inférieure. Les stomates sont très nombreux sur les deux faces de la feuille, mais surtout à la face inférieure ; elles sont au niveau de l'épiderme (fig. 7, F). Plusieurs cellules de stomates sont transformées en cellules cristallifères, chacune de celles qui devaient être des cellules de stomates, contenant un grand cristal carré et prismatique (fig. 7, B, C, D, E). Ce cristal est enfermé dans une couche de membrane cellulaire, colorée en rouge très vif par de la phloroglucine et de l'acide chlorique, et ainsi ligneux.

---

(1) Warming : *Plantesamfund*, p. 259-60, et *Halofytstudier*, p. 177-78.

(2) L'*Ipomœa pes-capræ*, p. 178 et 193 (anatomie) ; le *Sesuvium portulacastrum*, p. 180 et 211 ; le *Canavalia obtusifolia*, p. 188 ; le *Diodia radicans*, p. 188 ; le *Cakile æqualis*, p. 201 ; l'*Heliotropium curassavicum*, p. 202 ; l'*H. fruticosum*, p 219 ; l'*Euphorbia buxifolia*, p. 222 ; le *Portulaca oleracea*, p. 223 ; le *Philoxerus vermiculatus*, p. 224 ; le *Sporobolus virginicus*, p. 227 ; le *Stenotaphrum americanum*, p. 228 ; le *Cynodon Dactylon*, p. 228.

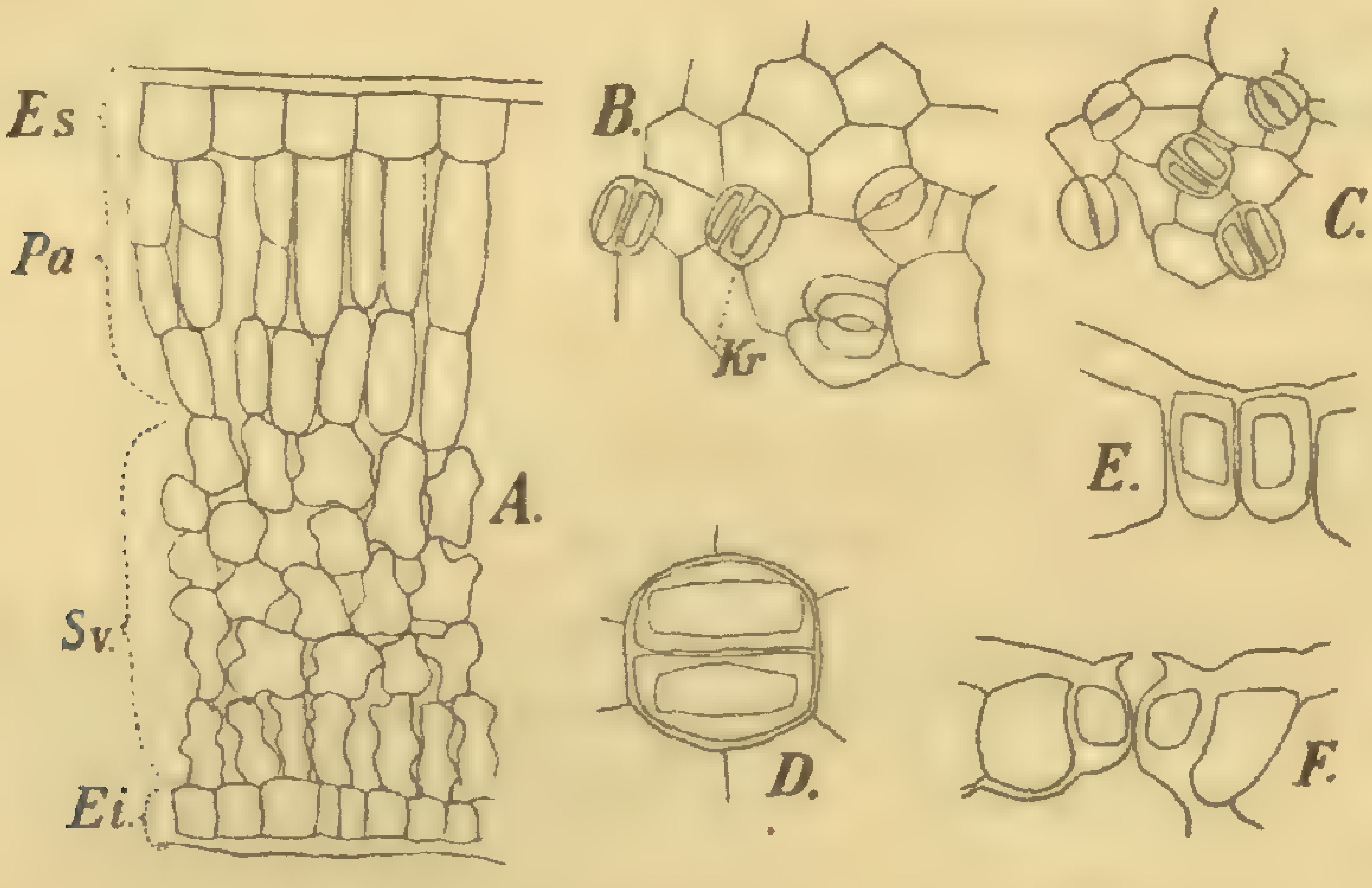


Fig. 7 à 12. — *Canavalia obtusifolia* DC. — A, Coupe transversale d'une feuille; B, épiderme de la face supérieure d'une feuille; *Kr*, cellule contenant un cristal; C, épiderme de la face inférieure d'une feuille; D, cellules cristallifères à un grossissement plus fort; E, coupe transversale de cellules cristallifères; F, coupe transversale d'un stomate.

Autant que je le sais, on n'a pas encore trouvé dans l'épiderme, des cellules contenant des cristaux et ressemblant au point de vue de la structure à celles qui ont été décrites par Rosanoff et plus tard par V. A. Poulsen et d'autres (1) (2).

La région supérieure du mésophylle est composée par deux à trois rangs de cellules allongées devenant plus courtes vers la région inférieure, où elles rentrent peu à peu dans les cellules à rameaux courts du parenchyme spongieux. La région inférieure renferme des cellules un peu plus longues, qui ont pourtant des rameaux courts. L'épiderme porte par ci, par là, des poils cloisonnés, glanduleux et aussi des poils simples, contenant 3 cellules: 2 petites cellules qui forment la base et portent une longue cellule dont la membrane a une surface inégale. Les deux espèces de poils sont courbées ainsi qu'elles sont serrées contre l'épiderme ; les poils simples sont plus nombreux à la face inférieure. Les stipules sont scarieuses et formées d'un tissu contenant des cellules arrondies et parenchymatiques avec de nombreux méats intercellulaires. L'épiderme renferme aussi les cellules cristallifères dont j'ai fait la description dans ce qui précède. Une feuille, récoltée à la Barbade, par M. le Professeur Warming, n'avait que deux rangs de cellules allongées et le mésophylle était d'une structure dorsiventrale très distincte.

---

(1) M. Soloreder a plus tard trouvé des cristaux semblables chez le *Canavalia villosa* (*Systematische Anatomie der Dicotyledonen*. Stuttgart 1899, p. 303).

(2) Voyez Kohl: *Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze*. Marburg, 1889, p. 80, etc., où la littérature qui se rapporte au même sujet est citée.

(*A suivre*).

SUR QUELQUES GERMINATIONS DIFFICILES

par M. Noël **BERNARD**

Je me propose, dans cet article, d'étudier les conditions de la germination des graines ou des spores de certaines plantes normalement habitées, dans leurs parties souterraines, par des champignons endophytes.

Ces graines ou ces spores ne germent pas dans les conditions d'aération, d'humidité et de température qu'il suffit de réaliser dans la plupart des cas pour obtenir des germinations. Il faut ici quelque chose de plus : un sol convenable ; il me paraît qu'une des conditions que doit remplir ce sol est d'être infesté par le champignon qui vit en symbiose avec la plante adulte et que ce champignon doit être indispensable à la jeune plante, quand on part de la graine ou de la spore, dès le début de la vie active.

Les Orchidées présentent à ce point de vue un cas particulièrement intéressant à cause des documents que fournit la critique des procédés horticoles ; j'expose d'abord ce qui leur est relatif.

1° Cas des Orchidées.

La présence constante de champignons endophytes dans les racines ou les rhizomes des plantes de cette famille est un fait bien connu. Wahrlich (1) en 1886 l'a le premier établi dans toute sa généralité : il a trouvé de ces champignons dans toutes les Orchidées qu'il a pu se procurer à Moscou, dont 500 espèces exotiques. Ces champignons endophytes appartiennent, d'après Wahrlich, à différentes espèces du genre *Nectria*. Quoique les formes ascosporées n'aient été obtenues que pour un petit nombre, on peut les caractériser le plus souvent par la présence de spores arquées et cloisonnées du type *Fusarium*.

---

(1) Wahrlich : *Beitrag zur Kenntniss des Orchideen pilze*. Bot. Zeit. 1886. — Quelques recherches ultérieures, en particulier celles de Chodat et Lendner, ont confirmé les résultats du travail de Wahrlich ; j'ai moi-même obtenu en culture les endophytes de plusieurs espèces (*Neottia Nidus-avis*. *Epipactis latifolia*, *Limodorum abortivum*, etc.), présentant des spores de même type que celles décrites par Wahrlich.

Ces champignons endophytes restent localisés dans les racines ou les rhizomes, les tiges aériennes en sont dépourvues ainsi que les fleurs, les fruits et les graines (1). Ces graines sont comme on sait très petites et réduites à un embryon homogène ovoïde ou sphérique entouré par un tégument membraneux formé d'une seule assise de cellules mortes.

Quand a lieu l'infection de la plante par les champignons, si l'on part de la graine qui en est dépourvue ? Je me propose de montrer que cette infection est nécessairement très précoce et j'aurai recours pour l'établir à deux sortes d'arguments : les uns résultant d'observations anatomiques directes, les autres de l'examen critique des conditions de la germination.

OBSERVATIONS SUR LA PRÉSENCE DE CHAMPIGNONS ENDOPHYTES DANS DE TRÈS JEUNES PLANTULES PROVENANT DE GERMINATIONS.

J'ai pu faire des observations directes à ce sujet dans deux cas, sur des germinations de *Neottia Nidus-avis* et sur des germinations d'un hybride du genre *Lœlia*. Dans les deux cas j'ai eu à ma disposition des centaines de plantules à divers états de développement. J'ai trouvé des champignons endophytes dans toutes celles que j'ai examinées et *déjà dans de jeunes plantules encore enfermées dans le tégument non déchiré de la graine et ayant de* $0^{mm}3$ *à* $0^{mm}5$ *de long.*

Dans les coupes de ces jeunes plantules on voit dans les cellules infestées un peloton de filaments mycéliens bien distincts ; dans les plantules plus âgées, on voit à côté de cellules à peloton de filaments distincts, des cellules, sans doute infestées depuis plus longtemps, où les filaments se distinguent de moins en moins et où le peloton entier finit par se réduire à une grosse masse brune accolée au noyau. Ce sont ces vieilles cellules infestées qui attirent le plus l'attention à un examen superficiel, on ne peut manquer de les remarquer, tandis qu'on ne peut, à coup sûr, reconnaître les cellules récemment infestées qu'en faisant des coupes et employant des colorants convenables.

---

(1) Je me suis assuré de cette absence de champignons dans les graines pour le *Neottia Nidus-avis*. Des coupes de graines colorées au bleu d'aniline ne m'en ont pas montré ; des graines prélevées aseptiquement dans un fruit mûr prêt a s'ouvrir et semées en tubes stériles sur divers milieux nutritifs n'ont donné lieu au développement d'aucun organisme Des champignons n'ont d'ailleurs jamais été signalés dans les graines d'Orchidées ; leur absence dans les tiges qui portent les fruits rend du reste bien invraisemblable en général l'hypothèse qu'il y en ait dans les graines.

Les graines d'Orchidées en germination sont des matériaux difficiles à se procurer et je n'ai pas pu faire d'observations directes dans d'autres cas. Les extraits suivants de mémoires déjà anciens mettent, il me semble, hors de doute la présence d'endophytes dans d'autres jeunes plantules d'Orchidées. Les auteurs de ces observations n'ayant seulement pas employé une technique convenable ont été frappés surtout par les cellules à contenu brun que je signalais tout à l'heure et dont la nature est restée, pour eux, plus ou moins problématique.

Dans leur mémoire sur la germination de l'*Angræcum maculatum* (1), MM. Prillieux et Rivière décrivent à la partie inférieure d'un jeune embryon en forme de toupie de grosses cellules ovoïdes « qui contiennent une matière opaque, jaunâtre, que l'iode colore en brun. Ces cellules semblent frappées de mort, elles ont tout l'aspect de celles qu'on rencontre dans les parties des mêmes plantes où les tissus se désorganisent.

On dirait que la région inférieure de l'embryon qui est la plus âgée et qui ne prend aucun accroissement commence déjà à se décomposer, tandis que sa partie supérieure continue encore de croître ».

Dans son mémoire sur la germination du *Miltonia spectabilis* (2) M. Prillieux décrit de nouveau à la partie inférieure d'un embryon ayant la grosseur d'une graine de pavot de semblables cellules contenant, dit-il, « une matière brunâtre comparable à celle que j'ai déjà observée dans l'embryon germant de l'*Angræcum maculatum*, et que l'on retrouve fréquemment dans le parenchyme des racines terrestres des Orchidées ».

Dans ses observations sur la structure anatomique et le mode de développement du *Neottia Nidus-avis* (3), le même auteur compare du reste plus expressément ces cellules brunes des embryons aux cellules sous-épidermiques des racines de *Neottia*.

---

(1) Ann. des Sc. Nat. Bot., 4e Série, V, p. 122.
(2) Ann. des Sc. Nat., 4e série, XIII, p. 291.
(3) Ann. des Sc. Nat., 4e série, V, p. 271.

Dans les jeunes plantules d'*Ophrys apifera*, Fabre a vu des cellules de même nature à la pointe du tubercule embryonnaire ; à cette pointe, qui a une teinte jaunâtre, il décrit une zone dont les cellules contiennent un gros noyau indivis qui pourrait bien être le premier état d'une agglomération de granules amylacés, ou peut-être encore une pelotte de bassorine » (1).

Ces exemples me paraissent suffisants, ils se rapportent à des plantes réparties dans quatre tribus de la famille des Orchidées (Epidendrées, Vandées, Néottiées, Ophrydées), c'est-à-dire différentes entre elles autant qu'il est possible dans une famille si homogène. Si l'on tient compte d'autre part de l'uniformité des premiers phénomènes du développement de la graine dans cette famille (notamment en ce qui concerne la formation primordiale d'un tubercule embryonnaire indifférencié), il ne semblera pas téméraire d'admettre qu'il doit normalement exister des champignons endophytes chez les Orchidées dans des stades très jeunes après la germination.

CONDITIONS DE LA GERMINATION.

Les graines des Orchidées, très petites et extrêmement nombreuses dans un même fruit, doivent dans la nature être perdues en grand nombre pour la germination ; cette germination n'a été observée pour la première fois qu'à une époque relativement récente.

Du Petit-Thouars, dans son « Histoire des Orchidées », parue en 1822, dit au sujet de la germination : « on a cru longtemps que ces graines étaient incapables de ce premier acte de la végétation, ce n'est que depuis peu que le docteur Salisbury l'a observée en Angleterre ».

Les horticulteurs ont longtemps considéré la germination des Orchidées ornementales comme très difficile à obtenir, et ce n'est que depuis peu de temps qu'ils savent la réaliser pour un certain nombre d'espèces. Pour faire germer les graines qu'ils obtiennent, ils les sèment habituellement sur le *Sphagnum* superficiel d'un pot contenant une plante vivante de la même espèce. Ils ont observé que la germination ne réussit pas sur un substratum identique, mais neuf, dans un pot qui ne contient pas d'autre plante. D'où est née cette opinion qui est commune chez les horticulteurs : « Qu'il faut une plante vivante pour *assainir* le substratum sur lequel la germination doit se produire » (1).

---

(1) Ann. des Sc. Nat., 4ᵉ série, V, p. 166 et 167.

J'en vois, pour ma part, l'explication inverse, à savoir : « que l'Orchidée adulte sert à *infester* le substratum des champignons sans lesquels la germination ne peut se produire. »

Il est à remarquer en effet qu'on n'obtient pas la germination en semant n'importe quelle graine sur un pot de n'importe quelle plante, mais bien en semant les graines d'une espèce sur un pot contenant une plante de la même espèce, ou au moins d'une espèce voisine (2).

Ce procédé est à peu près le seul employé et je n'ai eu pour ma part connaissance que d'un seul cas en apparence tout différent : un horticulteur des environs de Paris, M. Bert (3), obtient des germinations en semant les graines sur de la sciure de bois de sapin fraîche, contenue dans des pots neufs ou soigneusement lavés. Ayant pu faire de ce cas une étude attentive je me suis assuré qu'il n'est contradictoire qu'en apparence avec l'explication que je propose. Les graines provenaient de la fécondation de *Lælia cinnabarina* par *Lælia purpurata*, elles avaient été semées le 6 mars et en octobre la plupart d'entre elles avaient déjà germé. Les plantules les plus avancées avaient une petite feuille verte, mais pour la plupart l'embryon avait seulement à peu près doublé de volume et était devenu dans le tégument distendu mais non déchiré de la graine. M. Bert ayant bien voulu me donner le pot où ces germinations étaient en train, j'ai constaté que toutes les graines qui avaient germé étaient entourées de nombreux filaments mycéliens étroitement appliqués à leur surface et portant en certains points des spores arquées et cloisonnées du type *Fusarium*, indiquant bien que je n'étais pas en présence d'une moisissure banale, mais probablement d'un champignon endophyte d'Orchidée. C'est dans ces embryons que j'ai fait des coupes, me permettant de constater sans doute possible la présence du champignon à l'intérieur des cellules.

---

(1) Voir à ce sujet aussi le Dictionnaire d'horticulture, de D. Bois, article « Orchidées ».

(2) Un horticulteur m'a rapporté à ce sujet un fait très significatif : il reçoit depuis longtemps des graines d'Orchidées exotiques dans des sacs de papier portant simplement la mention « Orchidées », sans indication d'espèce, il les sème au hasard sur des pots de sa serre et il n'a jamais obtenu de germinations, tandis qu'il en obtient facilement pour les espèces qu'il cultive. Je pense, en effet, qu'un horticulteur ne peut pas obtenir de germinations pour des espèces qu'il ne possède pas en culture, puisqu'il n'a pas les champignons correspondants. — Je ne saurais cependant rien affirmer de très précis sur le degré de spécificité de ces champignons, et il me semble au moins probable que pour les Orchidées dont on obtient facilement des hybrides par semis les champignons de l'un ou l'autre des parents doivent pouvoir provoquer la germination, et que peut-être ces champignons sont identiques.

(3) Horticulteur à Bois-Colombes, qui m'autorise à publier cette observation.

Il est donc certain que, dans ce cas encore, la sciure où la germination s'est produite a été contaminée. Pour la façon dont cette contamination a pu se faire je me la suis expliquée ainsi : l'horticulteur qui obtient ces germinations, faisant le commerce *des fleurs coupées*, cultive peu d'espèces et a de nombreux pieds de chacune. Il répartit d'ailleurs les espèces différentes dans des serres différentes de façon à assurer à chacune les meilleures conditions de température. Dans la serre où les germinations de *Lælia* avaient réussi, il n'y a que diverses variétés de *Cattleya* et de *Lælia* si bien que cette serre doit être infestée dans son ensemble d'une seule ou de très peu d'espèces de champignons qui sont justement ceux nécessaires aux germinations que l'on veut produire.

L'expérience ne réussit d'ailleurs pas dans une serre où l'on cultive des espèces variées : je tiens de M. Finet que, dans les serres où il possède une collection d'Orchidées très variées, il a souvent essayé de produire des germinations en semant les graines dans des pots séparés sur des sols divers et qu'il n'a jamais réussi.

Un dernier fait est à signaler en ce qui concerne ces expériences d'horticulture : c'est celui que les horticulteurs constatent en disant que la germination est *capricieuse*. Les graines d'un même fruit de *Cypripedium*, par exemple, semées sur un pot contenant une de ces plantes, germent à des époques très diverses et l'écart qu'elles présentent à ce point de vue peut dépasser un an. Ce fait me paraît difficile à comprendre si l'on ne tient compte que des propriétés intrinsèques des graines ayant même origine et en apparence toutes identiques ; il me semble au contraire facile à expliquer si l'on admet que les graines ne peuvent germer que quand le mycélium d'un champignon les atteint. Elles doivent être atteintes à des époques différentes, car on comprend que le mycélium puisse mettre très longtemps à envahir dans toutes ses parties un milieu pauvre comme est le *Sphagnum* dont on fait généralement la couverture des pots.

Je ne m'attarderai pas à l'étude des conditions de la germination naturelle, les documents à ce sujet étant peu nombreux et moins précis que ceux que fournit l'étude des germinations réalisées *expérimentalement* par les horticulteurs. Je me contenterai de rappeler une observation personnelle qui me servira, au cours de cet article, de terme d'utile comparaison.

Les champignons endophytes du *Neottia Nidus-avis* sont localisés dans la zone sous-épidermique de l'écorce du rhizome et des racines charnues ; quand on coupe une de ces racines et qu'après avoir rendu, autant que possible, sa surface aseptique, on la place en boîte de Petri stérilisée dans de bonnes conditions d'humidité et de température, elle ne tarde pas à se couvrir d'un duvet de mycélium qui produit bientôt des spores *Fusarium*. Le champignon endophyte contribue ainsi à la destruction de cette racine isolée. Dans la nature un grand nombre des pieds de *Neottia* qui ont fleuri en été sont détruits en automne par le concours de divers microbes et de champignons.

En faisant en tubes stériles sur des milieux nutritifs divers des semis à partir de tiges, de rhizomes et de racines en voie de destruction, j'ai pu presque toujours isoler de ces cultures des champignons à spores *Fusarium* morphologiquement identiques à ceux obtenus à partir d'une racine prise vivante comme j'ai dit plus haut.

Ceci me donne à penser que des graines doivent pouvoir germer au voisinage de vieux pieds ; les graines isolées sont presque impossibles à trouver à cause de leur petite taille, et j'ai eu l'occasion une seule fois d'en trouver un grand nombre ; un pied entier avait été enterré accidentellement dans l'humus, alors qu'il portait encore ses fruits pleins de graines ; la plupart des graines avaient germé après plusieurs mois, se trouvant au contact des microbes et champignons qui vivaient de cette plante morte, parmi lesquels se trouvait l'endophyte dont les jeunes plantules étaient pénétrées (1).

---

(1) Cette observation a fait l'objet d'une note antérieure (Comptes-Rendus de l'Académie des sciences, 15 mai 1899). Les cultures pures comparatives dont je parle ici ont été faites postérieurement ; elles m'ont appris que les caractères du mycélium que j'avais décrit comme celui du champignon endophyte sont ceux du mycélium d'un champignon différent que l'on trouve presque toujours avec lui dans les vieilles tiges. La méthode que j'indique ici m'a permis de légitimer d'une façon moins incertaine l'hypothèse que j'émettais dans cette note préliminaire.

L'explication que je propose, relie, pour les Orchidées, à la présence de champignons endophytes chez les individus adultes et chez les jeunes plantules certaines particularités de la germination que je résume ici :

La germination a été longtemps considérée comme impossible ou au moins comme très difficile à obtenir. Elle ne réussit pas quand on sème les graines sur un sol quelconque. On n'est arrivé à la produire régulièrement qu'en semant les graines sur le sol même où végète une plante de même espèce. Enfin dans ces conditions les plus favorables la germination se montre capricieuse.

Je me suis demandé si un pareil ensemble de particularités ne se trouvait pas dans des familles autres que celle des Orchidées, et j'ai été fort surpris de trouver une suite d'observations comparables dans des cas en apparence très éloignés comme ceux de la germination des spores des Lycopodiacées et des Ophioglossées.

2° CAS DES LYCOPODIACÉES.

Je me bornerai à rapporter les faits relatifs au genre *Lycopodium* qui est le mieux connu à la suite des remarquables mémoires de M. Treub (1) et du travail récent de M. Bruchmann (2).

Je résume ici l'historique de la question de la germination des spores tel que le donne M. Treub qui n'avait sur ce point aucune idée préconçue.

Spring, dans sa monographie de la famille des Lycopodiacées (1842), considère que la germination des spores de Lycopodes n'est pas un fait scientifiquement établi. Ces spores sont pour lui des grains de pollen incapables de donner des végétaux autonomes et il conclut qu'il n'existe que des plantes mâles dans les genres *Lycopodium*, *Psilotum* et *Tmesipteris*, soit que les plantes femelles n'aient jamais été créées, soit qu'elles aient disparu dans quelque cataclysme.

Hofmeister (3) (1851), persuadé que ces spores doivent donner des prothalles, constate n'avoir jamais obtenu de germinations dans des semis répétés de *L. clavatum, L. inundatum* et *L. Selago.*

---

(1) Annales de Buitenzorg, Tomes IV, V, VII, VIII.

(2) *Ueber die Prothallien und die Keimpflanzen mehrerer europaïscher. Lycopodien*. Gotha 1898.

(3) Les mémoires d'Hofmeister sont traduits en anglais et réunis en un volume. (*Hofmeister on the higher cryptogamia*, traduit par F. Currey. Roy. Society, 1862).

Dans cette première période la germination des spores fut donc considérée comme impossible, au moins très difficile à obtenir.

De Bary (1) le premier montra que les spores peuvent germer : ayant semé en septembre 1855 des spores du *L. inundatum* sur *le même sol qui avait nourri la plante mère*, il découvrit parmi elles *dès le neuvième jour après leur semis* un prothalle formé de sept cellules.

L'expérience, recommencée en mars 1856 *dans les mêmes conditions*, réussit parfaitement encore, bien que les prothalles n'aient pas pu dépasser dans ces cultures un stade à onze cellules.

Nous trouvons donc ici que la germination, si longtemps considérée comme impossible, réussit facilement dès que l'on sème les spores sur un sol favorable : celui qui a nourri la plante mère.

Mais quoiqu'il en puisse être de ce cas (2), les faits observés par M. Treub et qui constituent une véritable expérience comparative, qu'il n'a pas interprétée, me semblent apporter un argument presque décisif. Ayant fait venir à Leyde, en 1878, des spores de Lycopodes tropicaux, il les sema dans les serres du Jardin botanique sans avoir le moindre résultat. Dès son arrivée à Java, ayant mis dans des assiettes qu'il place dans sa chambre *une espèce de terre glaise sur laquelle croissent les prothalles dans leurs stations naturelles*, il y sème des spores du *L. cernuum* et il en obtient facilement des prothalles. Il constate plus tard que ces prothalles sont habités par un endophyte. « Ce champignon est si fréquent, dit-il, que, même dans mes cultures, j'ai rarement trouvé de jeunes prothalles où il n'habitait pas une ou deux cellules du tubercule primaire » (1).

---

(1) **Ann. des Sc. Nat. Bot. 4e série, tome IX.**

(2) Ce cas du *L. inundatum* qui m'a donné l'idée de rapprocher les Lycopodiacées des Orchidées est le seul sur lequel j'ai aujourd'hui quelques doutes que je crois devoir indiquer. M. Beck (*Einige. Bemerkungen über den Vorkeim Lycopodium.* Oester. Bot. Zeitschrift XXX, 1880) dit avoir eu de jeunes prothalles ayant jusqu'à dix cellules en semant des spores sur l'eau, après un mois et demi. Je comprends difficilement comment l'infection par un champignon aurait pu avoir lieu dans ces conditions. Cependant M. Goebel (*Ueber Prothallien und Keimpflanzen von Lycopodium inundatum* Bot. Zeit., tome 45, 1887) indique la présence constante de champignons endophytes pour les prothalles trouvés par lui dans leurs stations naturelles, et constate que l'infection doit avoir lieu très tôt. Je ne ferai d'ailleurs aucune difficulté d'admettre que les premiers stades du développement (jusqu'à dix cellules) puissent s'accomplir sans pénétration de l'endophyte qui deviendrait indispensable alors. Du reste, les recherches déjà anciennes de M. Beck, si elles ont bien été faites en évitant toute cause d'erreur, ne font qu'appuyer l'idée que je développe dans tout autre cas, puisque pour les spores de quatre autres espèces de Lycopodes (*L. alpinum, L. annotinum, L. clavatum, L. Selago*) sur lesquelles il a expérimenté, il n'a jamais pu, dans les conditions de semis les plus variées, sur milieu solide ou sur l'eau, constater même une bipartition des spores. Pour préciser autant que possible l'idée que je développe, il est utile encore de dire ici que je ne pense point, en général, que la spore ne peut germer que quand l'endophyte *la pénètre*. Je pense que la germination ne se produit que *dans un milieu infesté* où existent les produits (diastases ou toxines) du champignon, et que la pénétration du champignon dans les cellules doit être très précoce.

Je ne vois pour ma part ici qu'une explication : à Leyde les spores ont été semées sur un sol quelconque, elles n'ont pas germé ; à Java, sur un sol infesté, elles ont donné facilement des prothalles.

La ressemblance avec le cas des Orchidées est encore complétée par l'allure *capricieuse* de la germination. « En ce qui concerne, dit M. Treub, le moment auquel la germination commence, il y a d'assez grandes différences individuelles entre les spores, il y a des retardataires qui ne commencent à germer que longtemps après le temps normal. » Il me semble plus simple d'admettre que c'est l'infection par le champignon qui se fait à des époques diverses.

Il me suffira d'avoir emprunté à M. Treub ce cas si caractéristique sans insister sur l'étude très instructive qu'il fait dans son second mémoire des prothalles complètement saprophytes du *L. Phlegmaria.* Je me contenterai de rappeler que dans les conclusions de ses études sur les prothalles de Lycopodes tropicaux cet auteur a rapproché d'une façon très suggestive, au point de vue morphologique, les prothalles de Lycopodes des embryons d'Orchidées.

L'analogie est en effet des plus frappantes en ce qui concerne la formation d'un tubercule primaire indifférencié. Il serait certes illusoire de chercher un rapprochement phylogénétique aussi précis entre des familles si éloignées. Une condition physiologique commune et *de première importance*, comme la présence d'un endophyte dès le début de la vie active, permet au contraire de s'expliquer un rapprochement morphologique si remarquable.

---

(1) M. Treub ne paraît pas s'être préoccupé de vérifier si le fait était d'une constance absolue ; je pense du reste, par expérience personnelle sur les embryons d'Orchidées, qu'un fait de cette nature ne peut être vérifié que par la méthode des coupes en série et des colorations électives. M Treub examinait les prothalles par transparence, après avoir traité par l'alcool saturé de potasse puis l'iode, en montant à la glycérine.

Le récent mémoire de M. Bruchmann me paraît intéressant à deux points de vue que j'indique brièvement.

Il met à peu près hors de doute la constance des champignons endophytes dans les prothalles de Lycopodes. L'auteur classe ces prothalles, en tenant compte de l'ensemble des observations dont ils ont été l'objet, en cinq groupes d'après leur structure et leur mode de formation. Ce sont :

1. *L. clavatum* et *L. annotinum.*
2. *L. complanatum.*
3. *L. Selago.*
4. *L. Phlegmaria.*
5. *L. cernuum* et *L. inundatum.*

Dans les types des trois premiers groupes étudiés par lui, la présence des endophytes est constante.

Pour les deux derniers groupes, j'ai déjà dit que le prothalle du *L. Phlegmaria* est entièrement saprophyte, M. Treub y a observé un endophyte comme dans le *L. cernuum* ; enfin M. Goebel a signalé l'endophyte du prothalle du *L. inundatum.*

M. Bruchmann n'a pas obtenu de germinations expérimentales de spores, et il est à remarquer qu'il n'a pu trouver les prothalles en grande abondance que grâce à une circonstance particulière et remarquable. Il les a trouvés en effet dans la forêt de Thuringe, excessivement abondants en certaines localités où n'existait aucune plante asexuée vivante des mêmes espèces, mais où le sol avait été auparavant défriché pour des travaux forestiers, par suite desquels des pieds de Lycopodes portant des spores ont dû être enfouis dans le sol. Là les spores ont germé en grand nombre, donnant sous terre des prothalles qui étaient serrés les uns contre les autres. Je rapproche ces conditions de celles que j'ai signalées pour la germination naturelle des graines de *Neottia*, et suis fort tenté d'en suggérer la même explication.

3° CAS DES OPHIOGLOSSÉES

Je crois devoir signaler ce cas, de préférence à quelques autres (1) comme relatif à une famille qui n'est pas généralement considérée comme saprophyte. Mon attention avait été attirée de ce côté par certaines particularités morphologiques et anatomiques de l'appareil végétatif des plantes adultes qui peuvent, je pense, s'expliquer par la présence de champignons endophytes. Des coupes dans les racines de l'*Ophioglossum vulgatum* m'ont rapidement montré que cet endophyte y existe bien. J'ai du reste constaté ensuite, en faisant une bibliographie du sujet, que ce fait est déjà connu sous une forme plus générale.

---

(1) Comme ceux des Burmanniacées, des Monotropées, etc., qui se rapprochent des Orchidées au point de vue qui me préoccupe. Dans ces cas du reste, comme dans celui des Ophioglossées, les points pouvant servir à légitimer la comparaison sont moins nombreux et moins précis que pour les Lycopodiacées.

En particulier M. Atkinson (1) a trouvé un champignon symbiotique dans toutes les espèces de *Botrychium* et d'*Ophioglossum* qu'il a examinées.

M. A. Y. Grevillius (2) a examiné les racines de douze espèces de *Botrychium* et y a trouvé des champignons endophytes dans tous les cas.

Ces endophytes existent non-seulement dans les plantes adultes, mais aussi dans les prothalles, au moins probablement.

Ces prothalles d'Ophioglossées sont dans les cas connus tuberculeux, souterrains et dépourvus de chlorophylle.

M. C. E. Jeffrey (3), qui a décrit celui du *Botrychium virginianum*, y a constaté la présence d'un endophyte.

Mettenius (4), bien antérieurement, décrivant les prothalles d'*Ophioglossum pedunculosum* qu'il avait trouvés dans le voisinage de la plante mère, indique que la croissance se fait uniquement par la partie supérieure, et qu'à la partie inférieure les cellules *semblent déjà mortes*. Ce qui correspond comme je l'ai dit à propos des Orchidées à l'aspect des cellules infestées pour un examen superficiel.

Ici du reste nos connaissances sont très incomplètes sur les prothalles jeunes, justement parce qu'on n'a jamais pu encore à ma connaissance faire germer de spores. Hofmeister, en semant les spores du *Botrychium Lunaria*, les a vu doubler de volume en se gonflant, mais sans subir de changement ultérieur. Mettenius avait essayé sans plus de succès de faire germer des spores d'*Ophioglossum.*

---

(1) Bull. Torrey. Bot. Club. XX. 1893.

(2) Flora, XXX. 1895.

(3) *The gametophyte of. Botrychium virginianum.* Torento, 1898.

(4) Farrne des Leipz. Botan. Gartens. Leipzig, 1856.

Ces quelques observations me portent à penser que ce cas est analogue à ceux des Orchidées et des Lycopodiacées ; mais les documents sont trop peu nombreux sur ce point pour que je puisse indiquer ces analogies avec précision.

Sans vouloir étendre davantage de semblables considérations, je dirai pour conclure qu'il me semble exister un groupe physiologique de plantes à champignons endophytes unies par un grand nombre de caractères morphologiques et biologiques parmi lesquels j'ai cherché à isoler ceux qui sont relatifs à la germination.

Le rôle physiologique des endophytes, s'il était connu, donnerait sans doute la clef de ces caractères. Ce qui me semble le plus probable est qu'ils interviennent surtout par la sécrétion de diastases digestives des réserves habituelles des plantes qu'ils habitent, dont ils peuvent favoriser ainsi la croissance et la germination.

Mais je ne saurais être trop réservé sur ce point, et je n'ai cru, du reste, devoir publier ces observations qu'en pensant qu'elles peuvent suggérer des recherches expérimentales dont j'ai entrepris pour ma part quelques-unes.

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE

PUBLIÉS PENDANT LES ANNÉES 1894-1899 *(Suite)*

La formation des rivages et des steppes, qui avait été l'objet d'une étude antérieure de M. Willkomm (1), comprend 618 espèces : 234 plantes annuelles, 14 bisannuelles, 251 plantes vivaces, 78 arbustes, 39 arbrisseaux, 2 arbres ; 383 sont des plantes de sables ; 14 sont rudérales, 251 sont halophytes, 78 sont des plantes de marais, et 26 habitent des localités diverses. Le littoral de la péninsule ibérique peut se diviser en quatre régions distinctes : la côte septentrionale, la côte occidentale, la côte méridionale et la côte orientale. Il y aurait peu à dire sur chacune de ces régions en particulier, si la flore littorale occidentale, qui est presque entièrement formée du Portugal, n'avait été étudiée d'une manière assez étendue par M. Daveau (2).

On peut voir, sur le littoral portugais, quatre sortes de stations différentes : les vases salées, les falaises, les dunes et les landes. Géographiquement, la côte du Portugal peut se partager en trois subdivisions : le littoral au nord du Tage (climat nord-atlantique) ; le littoral au sud du Tage (climat lusitanien) ; le littoral de l'Algarve (climat ibéro-marocain) ; chacune de ces subdivisions comprend deux secteurs. Parmi les quatre stations principales, ce sont les vases salées qui offrent le plus grand nombre de plantes septentrionales, et le plus petit nombre de plantes méditerranéennes ; sous ce double rapport, les dunes et les falaises viennent au second et au troisième rang ; enfin la flore des landes littorales est nettement ibérique et locale. Si l'on dresse le tableau des espèces que l'on rencontre dans les différentes divisions du littoral qui viennent d'être indiquées, on verra qu'en descendant du nord au sud, les espèces septentrionales diminuent en nombre, et qu'au contraire les espèces méditerranéennes, principalement celles de la partie occidentale du bassin méditerranéen, deviennent plus fréquentes ; les espèces ibériques du littoral portugais se retrouvent pour la plupart sur la côte orientale de l'Espagne ; le secteur qui possède le plus grand nombre d'espèces endémiques est le troisième, c'est-à-dire la presqu'île de Setubal.

Sous le nom de régions des steppes, M. Wilkomm comprend certaines étendues de terrain d'aspect désertique, qui ont été formées par des dépôts tertiaires plus ou moins salins, et qui sont dépourvues de terre végétale ; il y a, d'après lui, huit grandes steppes dans la péninsule ibérique ; la steppe catalane, l'aragonaise, celles de la Vieille et de la Nouvelle Castille, la steppe méditerranéenne ou littorale, la steppe grenadine, celle de Jaen, celle de la Bétique ou de la basse Andalousie ; à ces huit grandes steppes, il faut ajouter les petites steppes de Cacin et de Huelva et celle qui s'étend entre La Malà et Gevia-la-Chica.

---

(1) *Statistik der Strand und Steppenvegetation der Iberischen Halbinsel* (Engler's Botanische Jahrbücher, XIX (1894), 279-321).

(2) *La Flore littorale du Portugal* (Bull. de l'Herbier Boissier, IV (1896), 209-227, 281-313).

L'ensemble de la végétation de ces régions comprend 302 espèces, dont 98 annuelles, 12 bisannuelles, 101 vivaces, 5 suffrutescentes, et 14 arbrisseaux ; sur ce même nombre d'espèces, 117 sont des plantes de terrains arides, 170 sont halophytes, 4 sont des plantes de marais, 5 sont rupicoles, et 6 occupent des stations variées.

Les plantes des régions sablonneuses sont au nombre de 500, dont une centaine endémiques. Le nombre des plantes xérophiles des régions montagneuses s'élève à 800 environ, dont 188 endémiques ; celui des plantes rupicoles des régions montagneuse et subalpine atteint environ 1350, dont 435 endémiques. Les plantes des alluvions dépassent le chiffre de 260 ; elles comptent un certain nombre d'espèces endémiques. La végétation des pâturages comprend plus de 300 espèces, avec beaucoup d'espèces endémiques. Celle des prairies et des marais en comprend environ 670, dont 80 sont endémiques.

Il ne reste plus qu'à indiquer rapidement, quoique cette partie de l'ouvrage de M. Willkomm ait été longuement traitée, quelles sont les divisions que l'auteur a établies dans la péninsule ibérique, au point de vue de la géographie botanique.

Il en considère six : la région pyrénéenne, la région septentrionale, la région centrale, la région méditerranéenne, la région atlantique méridionale et la région atlantique occidentale.

La première division est constituée par la terrasse montagneuse de la Haute-Navarre, du Haut-Aragon et de la partie de la Catalogne septentrionale qui s'étend entre les vallées du Lobregat et du Ter, et la côte, mais jusqu'à la zone subalpine exclusivement ; la portion de la Basse-Navarre et du Haut-Aragon qui est comprise dans le bassin de l'Ebre appartient, ainsi que les basses montagnes de la Catalogne septentrionale, à la région méditerranéenne ; l'extrémité orientale de la région pyrénéenne forme donc comme un îlot détaché, car elle est limitée aux hauteurs de la Catalogne, où l'on rencontre des plantes telles que le *Ramondia pyrenaica* et le *Potentilla pyrenaica*.

La région atlantique septentrionale comprend le versant nord de la chaîne cantabrique jusqu'à la mer, et les hauteurs du Léon et de la Galice. La flore de cette région rappelle plus celle de la France occidentale, de l'Angleterre et même des pays rhénans et de la Suisse occidentale, que celle de l'Europe méridionale. Cette observation s'applique surtout aux provinces basques et aux provinces de Santander et des Asturies, car la flore méditerranéenne pénètre jusqu'au Léon et à la Galice. Les plantes endémiques sont assez nombreuses ; les conifères manquent complètement, et sauf le Genévrier, il n'y a guère de plantes à feuillage aciculaire ; divers Chênes, le Châtaigner et le Hêtre sont les arbres prédominants.

La région centrale s'étend principalement sur les plateaux des deux Castilles et les chaînes de montagnes qui les séparent. Cette région, remarquable par la grande monotonie de sa végétation, se compose de champs de blé, de pâturages, de steppes, de « tomillares », de landes couvertes de Cistes ; elle est caractérisée non seulement par des plantes endémiques et méditerranéennes, mais encore par beaucoup de plantes répandues dans le reste de l'Europe.

La région méditerranéenne comprend le sud de l'Aragon, la Catalogne, et la province de Valence ; elle est presque exclusivement composée de plantes méditerranéennes, parmi lesquelles un grand nombre est endémique ; les plantes de l'Europe centrale y figurent en quantité insignifiante.

La région atlantique méridionale est formée principalement par la haute Andalousie et par la province de Grenade. Elle est la plus riche en espèces particulières et présente beaucoup de formes du nord-ouest de l'Afrique ; les plantes alpines et pyrénéennes ne s'y rencontrent qu'à d'assez grandes altitudes ; les plantes de l'Europe centrale n'y apparaissent que comme mauvaises herbes.

La région atlantique occidentale embrasse la basse Andalousie, le Portugal et la Galice occidentale. Elle est difficile à caractériser et à délimiter, car elle n'a pas de physionomie originale. Les flores de ses différentes subdivisions présentent des transitions entre elles, de même que la flore de son ensemble en offre avec celles des régions voisines. Elle est un mélange de plantes de l'Europe centrale et de la région méditerranéenne, avec quelques espèces introduites du Cap et du Nouveau-Monde.

L'ouvrage de M. Willkomm est, on l'a vu, appuyé sur une profonde connaissance de la flore d'Espagne. Ce pays n'est cependant pas complètement épuisé au point de vue des nouveautés botaniques que l'on peut y découvrir. J'en veux pour exemple les études que M. de Coincy a publiées sur ce pays, et qui sont le fruit des ses explorations et observations personnelles (1). Différentes parties de l'Espagne ont fourni à ce botaniste sagace une vingtaine d'espèces nouvelles. Il en a donné les descriptions dans le *Journal de Botanique* et dans le *Bulletin de l'Herbier Boissier*, et il en a fait paraître les figures dans un ouvrage spécial : *Eclogae plantarum hispanicarum.* Cette dernière publication, au premier fascicule duquel a collaboré M. Rouy, est un choix de descriptions, observations et figures de plantes rares et nouvelles d'Espagne. Il est à désirer que de nouveaux fascicules continuent à paraître, car ces *Eclogae* deviendront un très heureux complément à ce que nous possédons sur l'illustration de la flore espagnole. On sait, d'autre part, que M. Reverchon, l'explorateur bien connu, a publié de riches *exsiccata* sur la flore de la province ibérique. Des observations sur ses collections ont été publiées par M. **Debeaux** (1). De même, M. **Gandoger** a fait connaître le résultat de ses explorations et remarques personnelles dans le nord-ouest, le centre et le sud de l'Espagne : il a donné des listes de plantes nombreuses, quelques-unes nouvelles pour la région qu'il a visitée (2).

---

(1) A. de Coincy : *Plantes nouvelles de la Flore d'Espagne* (Journal de Botanique, VIII [1894], 65, 204 ; IX [1895], 332 ; X [1896], 293 ; XI [1897], 45 ; XII [1898], 1, 53, 250 ; XIII [1899], 163, 301. — *Un Linaria nouveau de la Flore d'Espagne* (Bulletin de l'Herbier Boissier, II [1895], 27. — *Eclogae plantarum Hispanicarum.* I-IV. Avec 45 planches lithographiées.

Sur la flore d'Italie, il y a un petit nombre d'ouvrages à signaler.

On sait que l'ouvrage considérable entrepris par Parlatore, en 1848, continué par le regretté Professeur Carnel, de 1883 à 1893, était resté définitivement inachevé à cette dernière date, ne comprenant environ que les tiers de la flore. M. **Nicotra** vient de faire une nouvelle tentative pour mener à bonne fin cette vaste entreprise, et a, dans un volume, donné la monographie des Fumariacées italiennes (3).

Sous une forme plus succincte, MM. **Fiori** et **Paoletti** publient une flore analytique de l'Italie. Les deux premiers volumes contiennent les Cryptogames vasculaires, les Monocotylédones et une partie des Dicotylédones (4).

Enfin M. **Baroni** a donné un supplément à l'ouvrage de M. Caruel (5).

Sur la flore de Grèce, il n'a paru que des travaux détachés.

Ainsi MM. **Barbey** et **Forsyth Major** ont publié des études sur différentes îles de la Grèce (6). La plus importante est celle qui a pour objet

---

(1) *Plantes rares ou nouvelles de la province d'Aragon* (Bulletin de la Société française de Botanique, 1894-97).

(2) *Voyage botanique aux Picos de Furopa et dans les provinces du Nord-Ouest de l'Espagne* (Bulletin de la Société botanique de France, XLII [1895], 10-23, 233-240, 653-661 ; XLIII [1896], 198-2s7). — *Sur la découverte de plusieurs genres et espèces nouvelles pour la flore espagnole* (*l. c.* XLIII, 681 692).

(3) Nicotra : *Saggio d'una continuazione della flora Italiana di Filippo Parlatore.* — Florence, 1897. Nous regrettons de ne pouvoir que mentionner ici le Mémoire de M. Nicotra, sur la flore de la Sicile (*Elements statistichi della flora siciliana,* in Nuovo Giorn. bot. ital. I, 186, et II, 271). L'analyse complète de cet important travail, commencé avant 1894, nous entrainerait en dehors des limites que nous nous sommes assignées dans cette Revue.

(4) Fiori e Paoletli : *Flora analitica d'Italia,* I et II, *Iconographia Florae italicæ,* fasc. 1 et 2. — Padoue, 1897-98.

(5) Caruel : *Prodromo della Flora Toscana. Supplemento generale da E. Baroni, Dicotiledoni,* fasc. 1-3. Florence, 1897-98.

(6) Barbey et Forsyth Major : *Études botaniques sur Amoi, Syra, Telandos* (Bull. Herb. Boiss., III [1895], 30. 87, 114), *Kalymnos* (*l. c,* IV, 20), *Skaria* (*l. c.* V, 279). — *Karpathos, étude géologique, paléontologique et botanique,* avec 13 planches de botanique par Cuisin. — Lausanne, 1895.

Karpathos. Cette dernière île ne compte pas moins de 522 plantes vasculaires. Il en est ainsi de l'île d'Égine, que M. de HEILDREICH a étudiée au point de vue géologique, géographique et botanique (1). On y compte 576 espèces. Sur ce nombre 472 sont communes à cette île et à l'Afrique, au Péloponèse et aux Cyclades ; 7 ne se rencontrent ni en Grèce ni dans les Cyclades.

Enfin, M. DE HALACZY (2) a donné un Synopsis des Centaurées de Grèce. Le chiffre s'en élève à 70 ; parmi elles 7 sont nouvelles.

M. ADAMOVIC a publié des études intéressantes de géographie botanique (3) sur la Flore de la Serbie.

Jouissant d'un climat intermédiaire au climat de l'Europe centrale et à celui du littoral méditerranéen, la Serbie orientale est un pays très montagneux, les plaines elles-mêmes étant à une altitude de quelques centaines de mètres. Ces dernières offrent des formations intéressantes. La première est celle dite des « plaines pierreuses ». Ce sont de grandes étendues de terrain parsemées de blocs calcaires atteignant parfois 1 m. de hauteur. Sur un pareil sol, la végétation ne peut être riche, mais les plantes qui la composent sont essentiellement xérophiles ; les unes montrent une pubescence velue ou feutrée ; d'autres sont revêtues d'un enduit cireux, d'autres sont d'une consistance charnue ; d'autres sécrètent par leurs glandes des substances oléagineuses ; chez d'autres enfin, les rameaux sont réduits à l'état d'épines. Au commencement du printemps apparaissent l'*Euphorbia Myrsinites*, les *Crocus* et les *Galanthus* ; puis se montrent l'*Adonis vernalis* et le *Potentilla Tommasiniana* ; plus tard le *Paronychia cephalotes*, l'*Herniaria incana* et divers *Parmelia* recouvrent les rochers comme d'un tapis de velours. Toute cette végétation disparaît quand arrivent les chaleurs de l'été ; alors les plantes les plus répandues sont l'*Achillea Clypeola*, le *Bupleurum apiculatum*, le *Centaurea cana*, etc. En automne, les plaines reprennent une parure nouvelle, mais différente de celle du printemps ; la végétation automnale se compose principalement des *Allium moschatum*, *Sternbergia colchiciflora*, *Artemisia campestris* et d'autres.

Dans les régions où, comme sur les collines, le terrain pierreux a disparu pour faire place à des étendues sablonneuses, la végétation des steppes se montre dans toute sa pauvreté : l'*Euphorbia Cyparissias* en est le représentant le plus répandu, avec un petit nombre d'autres espèces.

---

(1) Th. de Heldreich : *Flore de l'île d'Egine* (Bull. Herb. Boissier, VI [1898], 221-30 ; 289-308).

(2) Halàczy (Dr E. von) : *Die bisher bekannten Centaurea Arten Griechenlands* (Bull. Herb. Boiss., VI [1898], 565, 633.

(3) Adamovic : *Neue Beiträge zur Flora von Serbien* (Allgem. bot. Zeit., 1896). *Die Vegetations Formationen Ostserbiens* (in Engl. Jarhb., XXVI, 124-218). — *Neue Beiträge zur Flora von Serbien* (Bot. centrabl., LXXVIII, 289. — *Die mediterranen elemente der Serbischen Flora* (Engl. Jahrb., XXVI).

Au contraire, dans le fond des vallées, la végétation est plus riche, mais ne diffère pas essentiellement de la végétation ordinaire des prairies. Parmi celles-ci, les unes sont marécageuses; ce sont celles que l'auteur considère comme des formations primaires ; les autres on été plus ou moins modifiées, sous le rapport de leur composition, par la main de l'homme.

Il est une autre formation qui dérive plus directement de celle des « plaines pierreuses », c'est celle qui recouvre les flancs abrupts et rocheux des montagnes ; elle a quelques espèces communes avec la première ; d'autres espèces lui sont particulières ; cette végétation est généralement d'un aspect terne, et presque seul, le *Syringa vulgaris* vient jeter au milieu d'elle une note un peu éclatante.

Les formations rudérales, marécageuses ou aquatiques doivent être citées en dernier lieu ; elles constituent, avec les précédentes, l'ensemble de la végétation herbacée de la région basse.

Parmi les formations suffrutescentes ou arborescentes de la même région, on doit citer : d'abord celle des broussailles, qui est la plus importante de beaucoup, au point de vue des espaces qu'elle recouvre, et dans laquelle dominent les *Quercus pubescens*, les *Prunus* et les *Crataegus*, et celle dite des « haies », qui en dérive ; puis celles des « Saules » et des « Peupliers », qui s'étendent généralement dans le voisinage des grands fleuves. Dans ces régions encore, il y a un facteur qu'on ne doit pas négliger, c'est l'influence de l'homme, qui y a établi des champs, des vignobles et des cultures diverses.

Si on passe dans la région comprise entre les altitudes de 600 et 1200 mètres, on observe que la végétation herbacée y est représentée par les formations des prairies, des « dolines », des hauts marécages et des plantes rupicoles.

Il y a peu à insister sur les premières ; elles sont constituées par de nombreuses Graminées qui, avec les Orchidées, représentent la floraison printanière; après ces plantes apparaissent les Légumineuses et les Composées : ce sont, comme partout, dans les formations analogues, les familles prédominantes; l'auteur donne l'énumération des principales espèces, qu'il serait trop long d'énumérer ici. La formation des hauts marécages et celle des plantes rupicoles n'ont rien en Serbie de bien différent de ce qu'elles présentent dans d'autres régions européennes; mais la formation dite des « dolines » est parmi les plus caractéristiques de la région.

Les « dolines » sont des dépressions d'une largeur et d'une profondeur moyenne respectivement de 50 et de 8 mètres ; on les rencontre dans la région montagneuse, sur les terrains crétacé et jurassique ; le fond de ces dépressions est rempli par de l'argile ou par une sorte de dépôt provenant de la décomposition des roches calcaires. La végétation des « dolines » est un mélange de plantes xérophiles, et de plantes recherchant l'ombre, de plantes des prairies et de plantes rupicoles.

Quant à la végétation arborescente des hautes montagnes, il faut retenir des observations de M. Adamovic les faits suivants :

Entre 600 et 100 m. s'étendent, souvent sur des surfaces considérables, les formations de buissons ; ce sont des réunions d'espèces arborescentes, mais ayant pris des formes d'arbustes sous des influences diverses : le manque d'humidité dû à l'exposition du terrain ou à la nature du sol, des coupes trop fréquentes, ou bien encore l'exercice exagéré du pâturage.

La zone du Chêne est généralement comprise entre 700 et 950 m. Le Hêtre ne se montre dans son plus vigoureux développement que vers 1.000 m. ; jusqu'à 1300 m. les Hêtres sont accompagnés d'un sous-bois de plantes montagnardes ; entre 1300 et 1600 ou 1650 m., les Hêtres sont mélangés, soit de plantes montagnardes, soit d'arbres à feuilles caduques ; la limite supérieure du Hêtre est à 1690 m., celle du Sapin à 1770 m.

Il nous reste encore à caractériser brièvement, d'après M. Adamovic, les formations de la région supérieure.

Dans les prairies subalpines, des masses de *Centaurea Kotschyana* s'élèvent au milieu de divers *Trifolium*, *Achillea*, *Campanula*, ou de diverses Ombellifères ; çà et là se dresse aussi le superbe *Lilium albanicum*, aux fleurs jaunes bordées de rouge. Avec ces prairies alternent souvent les formations dites de « Bruyères », dont les représentants les plus saillants sont les *Bruckenthalia* et les *Vaccinium*, accompagnés toutefois d'un certain nombre de plantes appartenant à différentes familles.

Dans la même région, les arbustes sont représentés par les Genévriers, dans leur forme typique ou dans leur forme alpine, ou par des formes rabougries du Hêtre ou du Sapin.

Il y a peu à dire des « pelouses alpines » qui, dans leurs caractères généraux, ne diffèrent pas essentiellement des formations analogues des régions européennes. Ce n'est guère qu'en consultant l'ouvrage de M. Amadovic que l'on pourra trouver l'indication des espèces spéciales aux montagnes de la Serbie. J'arrive aux conclusions de l'auteur, relativement aux affinités de la Serbie orientale avec les grandes régions voisines.

La végétation des plaines et des collines appartient au type pontique (dans le sens de Drude) ; mais l'élément méditerranéen ou de l'Asie mineure ne lui fait pas défaut. M. Adamovic cite à l'appui de cette assertion 44 espèces méditerranéennes, et 39 de la Thrace ou de l'Asie mineure.

La végétation montagnarde est constituée par des plantes de l'Europe centrale mélangées de plantes pontiques.

La végétation subalpine appartient à la flore de l'Europe centrale.

La végétation alpine est un mélange de plantes de l'Europe centrale et de plantes endémiques ; l'auteur donne, à ce propos, des listes des unes et des autres, s'élevant chacune à 54 espèces.

En somme, et c'est la conclusion du second mémoire de M. Adamovic, la Serbie doit, au point de vue de la géographie botanique, être placée dans la région méditerranéenne; voici pour quels motifs:

Environ 15 °/₀ de la totalité des plantes phanérogames de la flore serbe sont formés par les éléments méditerranéens. La liste des plantes méditerranéennes qui ne sont ni particulières à la Serbie, ni des hautes montagnes s'élève à 224 espèces. Ces éléments appartiennent à des formations qui, dans leur composition, représentent les formations homologues des véritables régions méditerranéennes.

La Serbie méridionale est reliée immédiatement, d'un côté à la Dalmatie par la Bosnie et l'Herzégovine, et de l'autre à la Grèce et à la Macédoine. L'auteur donne les listes des plantes qui ont pu pénétrer en Serbie par l'une ou l'autre de ces voies.

Les espèces endémiques se rattachent, au point de vue phylogénétique, non aux espèces de l'Europe centrale, mais à celles de la région méditerranéenne. L'auteur donne la liste de 123 espèces spéciales à la Serbie, qui ont leurs correspondantes dans le domaine méditerranéen.

Beaucoup d'espèces des hautes montagnes sont endémiques, quelques-unes ont des affinités avec les espèces des hautes montagnes de la région méditerranéenne. L'auteur établit ainsi leur statistique et leur quotité : espèces endémiques : 125 (36 °/₀) ; espèces de la région méditerranéenne orientale : 48 (13,9 °/₀) ; espèces des Carpathes transylvaines : 40 (11,5 °/₀) ; espèces alpines : 66 (19 °/₀) ; espèces arctiques : 64 (18,5 °/₀).

Les familles qui, dans la région méditerranéenne, comptent le plus d'espèces, sont aussi les familles prédominantes en Serbie, ainsi, il y a 300 Composées dans ce pays.

Les genres les plus variables dans les contrées méditerranéennes sont aussi ceux qui, en Serbie, offrent la plus grande richesse de formes. Tels sont les *Centaurea*, les *Dianthus*, les *Silene* et les *Cytisus*.

Enfin, les cultures méditerranéennes sont celles qui réussissent le mieux en Serbie.

Ne quittons pas la région des Balkans sans mentionner les études de M. de **Degen**, qui a signalé et décrit 17 espèces nouvelles parmi les collections de Wagner, Janka et Baldacci (1). Ce dernier botaniste a lui-même publié le résultat de ses explorations (2).

---

(1) Degen (A. von) : *Bemerkungen uber einige orientalische Pflanzenarten* (Oesrr. bot. Zeitschr , XLIV [1894], XLV [1895] et XLVI [1896].

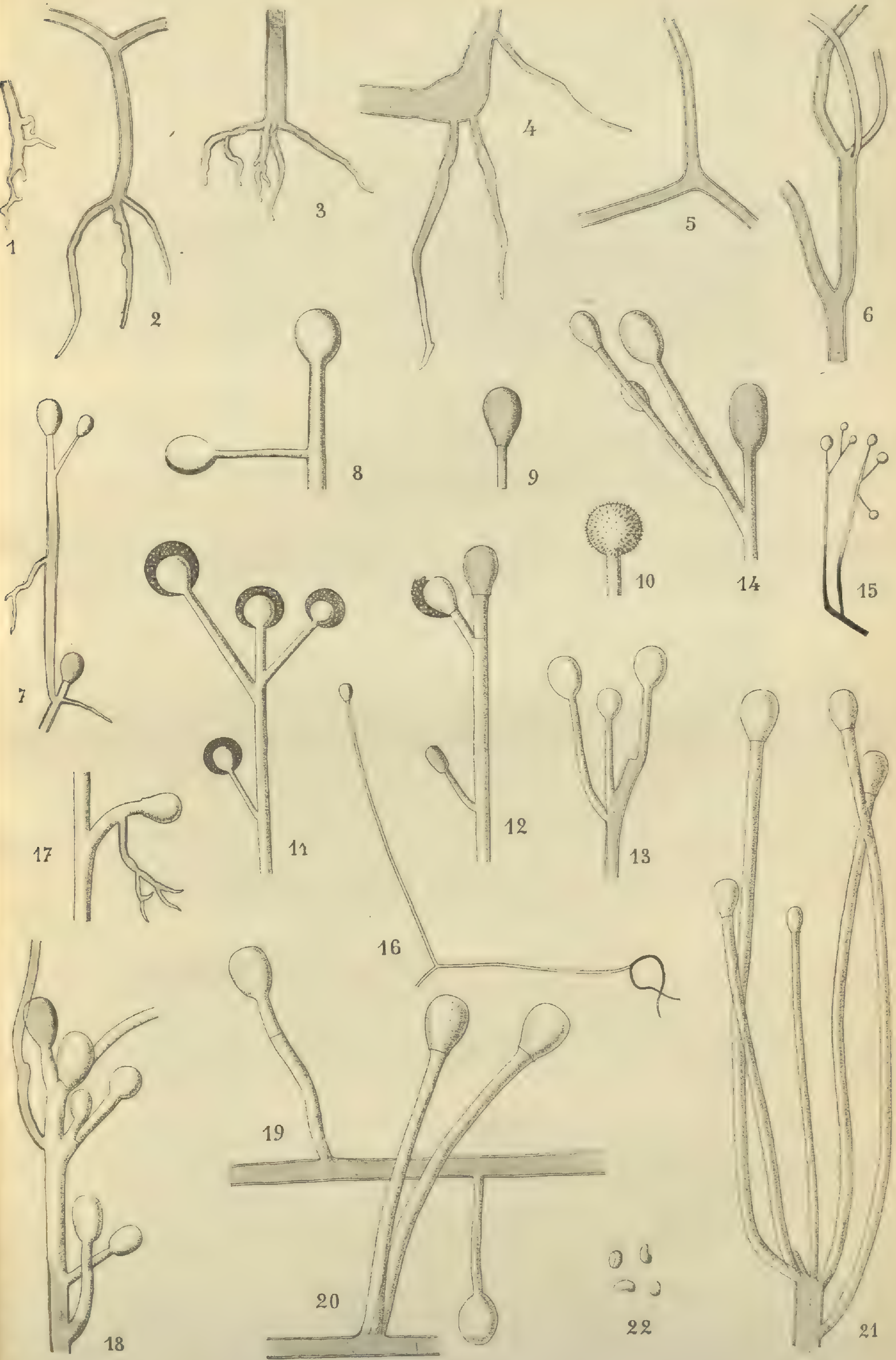
(2) Baldacci (A.) : *Revista della Collezione botanica fatta nel 1894 in Albania* (Bull. Herb. Boissier, IV, 609-654; *Revista... etc. nel 1895* (Nuov. Gior. bot., V); *Revista... etc. nel 1896* (l. c., VI).

(A suivre).

E. **Drake del Castillo.**

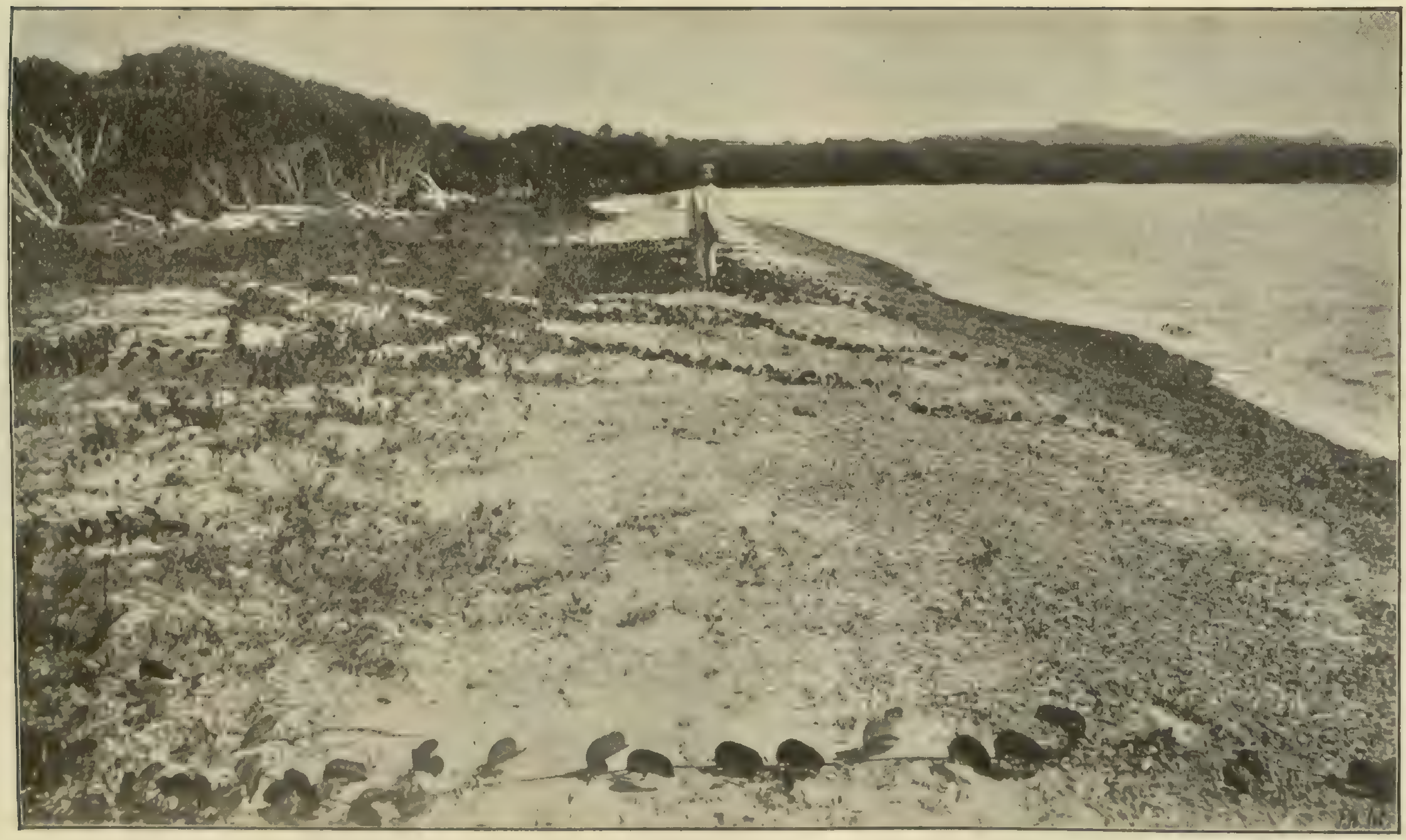
425 Lille Imp Le Bigot frères.

Le Gérant: Th. Clerquin.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
14
15
11
12
13
16
17
18
19
20
22
21

Costantin del. *Imp. Le Bigot.* *Berlin sc.*

Rhizomucor parasiticus.



Phot. F. Boergesen. *Imp. Le Bigot.*

Ipomœa pes-capræ. — Hippomane Mancinella.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, docteur ès sciences, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Grelot, docteur ès sciences.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Morkowine, docteur ès sciences, Marbourg.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, chargé de cours à la Faculté des sciences de Besançon.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, professeur à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Téodoresco, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Avril 1900

N° 136

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1900

I. — SUR LA FÉCONDATION HYBRIDE DE L'ENDOSPERME CHEZ LE MAÏS (avec planche). par **M. Hugo de Vries** 129

II. — LA VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES (avec planches et figures dans le texte), par **F. Boergesen** et **Ove Paulsen** (*suite*). 138

III. — NOTE DE TÉRATOLOGIE VÉGÉTALE (avec figures dans le texte), par **M. H. Fockeu**. 154

IV. — SUR QUELQUES CARACTÈRES HISTOLOGIQUES DES CÉCIDIES PRODUITES PAR L'*HETERODERA RADICICOLA* Greff. (avec planche et figure dans le texte), par **M. Marin Molliard**. 157

V. — REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE, publiés pendant les années 1894-1899, par **M. E. Drake del Castillo** (*suite*). 166

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 5. — *Tournefortia gnaphalodes*. — *Euphorbia buxifolia*.
Planche 6. — *Coccoloba uvifera*. — Cocotiers, *Sesuvium Portulacastrum*, *Cynodon Dactylon*, etc.
Planche 7. — *Hippomane Mancinella* et *Coccoloba uvifera*.
Planche 15. — Epis de Maïs amylacé ordinaire, de Maïs sucré blanc et épis hybrides.
Planche 16. — Déformations cellulaires produites par l'*Heterodera radicicola*.

Cette livraison renferme en outre trente-six gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LA FÉCONDATION HYBRIDE DE L'ENDOSPERME CHEZ LE MAÏS

par M. HUGO de VRIES

(Planche 15).

La découverte la plus frappante de la dernière année a été sans doute celle qui a été publiée presque en même temps par M. Nawaschine et par M. Guignard. Le tube pollinique de *Fritillaria tenella*, de *Lilium Martagon* et d'autres Phanérogames contient deux spermatozoïdes, dont l'un sert à la fécondation de l'oosphère, tandis que l'autre se fusionne avec le noyau central combiné du sac embryonnaire. L'endosperme doit donc son origine tout aussi bien à une fécondation que l'embryon lui-même ; il est, comme l'a dit M. Le Monnier, une plante accessoire, indépendante de la plante-mère et associée à l'embryon pour en faciliter le développement. C'est, pour ainsi dire, le jumeau de l'embryon.

De cette découverte capitale on peut déduire une méthode de démonstration expérimentale (1). Il s'agit de l'appliquer à l'hybridation. Car dans ce cas, l'endosperme doit être hybridé aussi. Seulement, cet individu rudimentaire ne possède ordinairement pas de caractères qui permettraient de démontrer sa nature mixte. Cependant, il y a des exceptions à cette règle, et parmi elles se trouvent différentes variétés de Maïs, dont l'endosperme varie soit par la couleur, soit par la production de sucre au lieu d'amidon. Ces caractères sont visibles à l'œil nu, sans examen microscopique ; l'enveloppe du grain est assez transparente pour donner à celui-ci la couleur de l'albumen, et quant aux grains sucrés, ils se rétrécissent et se rident en se desséchant, et deviennent tout-à-fait transparents.

En croisant le Maïs sucré avec un Maïs amylacé, ou un Maïs à grains incolores avec une variété colorée, on verra donc directement sur l'épi si l'albumen est hybridé ou non. Le premier cas donnera donc une preuve macroscopique de la fécondation de l'endosperme, preuve aussi élégante pour la démonstration que facile à obtenir.

---

(1) Une note préliminaire : *Sur la fécondation hybride de l'albumen*, a été présentée par M. le Prof. Bonnier, à l'Académie des Sciences (Voyez C. R. du 4 déc. 1899) Quelques semaines après, M. C. Correns, de Tubingue, a publié le même résultat dans les *Berichte der. d. botan. Gesellsch. Bd. XVII, Heft 10. Séance du 29 déc. 1899, p 410.*

M. le Prof. Nawaschine a publié sa découverte à la Séance du 24 août 1898, de la Section botanique du Congrès des naturalistes, à Kiew (1), et dans le Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg (2). Les Fritillaires et les Lis se prêtaient éminemment à une révision des phénomènes de fécondation à l'aide des méthodes perfectionnées des derniers temps, vu l'extrême lenteur de ce processus, qui permet d'en suivre exactement toutes les phases.

M. le Prof. L. Guignard a décrit succinctement ses recherches dans les *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences* du 4 avril 1899, en y ajoutant les figures démonstratives des phases les plus intéressantes (3).

Il ressort de ces publications qu'on peut apercevoir, quand le tube pollinique est en contact avec le sac embryonnaire, les deux cellules génératives, qui ont une forme cylindrique ou allongée, et qui sont courbées ou spiralées comme de vrais spermatozoïdes. On les voit libres dans le protoplasme du sac embryonnaire. Quelque temps après l'un d'eux s'approche de l'oosphère et en féconde le noyau. L'autre est destiné à féconder le noyau central du sac embryonnaire, et se fusionne soit avec le noyau supérieur (sœur de l'oosphère) avant sa combinaison avec le noyau de la moitié inférieure, soit avec les deux noyaux après leur combinaison. Il en résulte que le noyau générateur de l'endosperme possède, non le nombre double, mais le nombre triple de chromosomes des cellules sexuelles.

L'entrée de deux cellules génératrices dans le sac embryonnaire et la fécondation de l'endosperme se retrouvent chez un certain nombre d'autres espèces, appartenant en partie à d'autres familles que les Liliacées, et paraissent donc être un phénomène bien général pour les Phanérogames.

---

(1) Botan. Centralblatt. 1899. T. LXXVII, p. 62.

(2) T. IX, 1898. N° 4, et Botan. Centralblatt, 1899. T. LXXVIII, p. 241-245.

(3) Voir *Revue générale de Botanique*, t. XI, p. 127, 1899.

Pour l'étude de la fécondation hybride de l'endosperme, le Maïs se présenta de lui-même. En effet, les phénomènes dont il s'agit ne sont pas nouveaux. Au contraire, ils ont été décrits déjà il y a environ un siècle et demi, et sont largement connus des cultivateurs (1). Ils ont été étudiés expérimentalement et très soigneusement par M. Henri Lévêque de Vilmorin, dont nous regrettons la mort prématurée, et par divers autres savants.

Seulement, l'explication manquait. On s'aidait d'hypothèses et de dénominations plus ou moins heureuses, sans comprendre ce qui se passait. On pensait à une influence dynamique ou plus tard enzymatique, soit du tube pollinique soit de l'embryon lui-même, sur les autres parties de la graine. Parfois même, des observations moins exactes ont fait admettre une telle influence sur d'autres parties de la graine que l'endosperme.

C'est la découverte de la fécondation de l'endosperme par le second spermatozoïde du tube pollinique, qui a jeté un jour tout nouveau sur cette catégorie de faits. Comme je l'ai fait remarquer plus haut, elle conduit à faire admettre la possibilité de l'hybridation directe de l'endosperme d'une graine par le pollen d'une autre variété. Et cela suffit complètement pour expliquer les faits.

Ces faits sont en général les suivants : les variétés de Maïs en question sont des formes bien constantes, quand on les sème isolément, et de graines pures. Ce sont plutôt des sous-espèces que des variétés, plutôt encore de petites espèces ou des espèces élémentaires, bien tranchées et à origine inconnue, formant ensemble l'espèce collective qu'on appelle *Zea Mays*. Mais quand on cultive ces formes l'une à côté de l'autre, plusieurs d'entre elles ne se maintiennent pas pures, même dans la première année. Une partie plus ou moins grande des épis est devenue mixte, chaque épi portant deux sortes de graines, mélangées de diverses manières. Ce sont, à côté des graines de la race pure, d'autres qui montrent les qualités d'une variété voisine. Le pollen de celle-ci doit donc posséder la faculté d'influer directement sur les graines de la première.

Darwin mentionne les expériences très soigneuses que Savi a faites sur ce sujet, et qui ont été publiées par Gallesio, dans sa *Teoria della Reproduzione*, en 1816.

---

(1) Expériences citées par Darwin : *Variations of animals and plants under domestication*. I, p. 430.

Mais les expériences les plus belles et les plus généralement connues sur cette question sont celles qu'Henri de Vilmorin a communiquées en 1867, à la Société botanique de France (1). Frappé du fait que les observations des cultivateurs de Maïs étaient en contradiction avec les règles généralement admises en botanique, il a vérifié ces observations par une grande série d'expériences, en prenant toutes les précautions possibles. Il semait ses variétés à des distances de 300 à 400 mètres, avec des murs et des arbres dans l'intervalle afin d'empêcher le transport du pollen par le vent, et la pureté des différentes récoltes attestait la suffisance de cette précaution. Il expérimentait sur une dizaine de variétés différant par la couleur des graines et fécondait dans chaque lot quelques épis par le pollen d'une autre variété, en ayant soin de protéger les stigmates contre le propre pollen par des enveloppes artificielles. Toutefois, de Vilmorin fait remarquer que ce soin est superflu et qu'on peut aussi bien laisser les stigmates libres en les saupoudrant de temps en temps du pollen de l'autre type. La proportion des grains modifiés est alors souvent même très forte.

Les changements observés portaient seulement sur la couleur des grains et non sur leur forme. C'était surtout le pollen du Maïs noir qui, porté sur les stigmates d'autres variétés, du Maïs français blanc par exemple, introduisit la couleur noire sur ces épis.

En ouvrant ces grains, devenus noirs par le pollen étranger, il voyait « que la couleur noire ne réside pas dans l'écorce du grain, mais bien dans la partie cornée », en d'autres termes, dans l'endosperme. Le fait de l'hybridation de l'endosperme était donc démontré, il ne manquait que l'explication.

Vilmorin ne paraît pas avoir étudié la variété sucrée. Au contraire, Kőrnicke, dans une note sur les plantes du jardin botanique et économique de Poppelsdorf, décrit des expériences sur cette forme (2). Des croisements entre diverses variétés donnaient de nouvelles preuves de l'influence directe du pollen sur la plante-mère, comme on disait alors. Le pollen du Maïs bleu produit dans les épis des variétés blanches des grains bleus ; la même observation est citée pour un Maïs jaune. En fécondant le Maïs sucré par le pollen d'un Maïs à amidon, les grains deviennent en partie amylacés et lisses ; c'est donc ici encore l'endosperme qui est modifié. En sens inverse, cette influence ne se manifeste pas : c'est le principe le plus fort qui a cette influence, tandis qu'elle manque au principe faible.

---

(1) *Bulletin de la Société botanique de France*. T .14, p. 246. Séance du 29 nov. 1867.

(2) F. Kőrnicke, dans Sitzungsberichle des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens. 1876, p. 47.

M. F. Hildebrand a fait une autre expérience dans le même but (1). Après s'être assuré de la pureté des races qu'il employait, il a pollinisé une variété jaune par le pollen d'une variété à grains d'un brun presque noir. Il récolta deux épis à grains mixtes. Environ la moitié des grains de chaque épi était jaune, l'autre d'un brun foncé comme dans le père.

M. Focke a donné un résumé succinct du résultat de ces expériences, dans son grand livre sur les hybrides végétaux (2). Il a proposé le nom de xénies pour tous les cas, dans lesquels on a pu constater, ou bien présumer, une influence du pollen sur les caractères héréditaires du fruit ou de la graine en dehors de l'embryon. On pourrait dès maintenant diviser les xénies en deux groupes, dont l'un contiendrait les cas d'hybridation de l'endosperme, comme dans le Maïs, tandis que l'autre groupe serait provisoirement réservé aux xénies douteuses.

J'ai commencé mes expériences sur l'influence directe du pollen de Maïs en 1876, ayant lu l'article de Vilmorin et les remarques de Darwin à ce sujet. Dans ce but, je cultivais le Maïs sucré à côté du Maïs amylacé ordinaire, dit de Bade ; le pollen des deux variétés pouvait être transporté aisément, par le vent, de l'une à l'autre. Le Maïs sucré montrait dans ses épis l'influence du Maïs amylacé ; l'inverse n'avait pas lieu. De même je cultivais le Maïs noir à côté de la variété blanche, sur laquelle je récoltai des épis ayant une partie de leurs grains colorés en noir. C'était comme dans l'expérience de Kőrnicke, le caractère le plus fort, c'est-à-dire celui de l'espèce, qui l'emportait sur le caractère le plus faible, c'est-à-dire celui de la variété ou sous-espèce. C'était, comme dans beaucoup d'autres cas d'hybridation simple, le caractère le plus ancien qui l'emportait sur le caractère le plus jeune. Je conserve encore quelques épis à grains blancs et noirs mélangés et une demi-douzaine des épis mixtes, récoltés sur le Maïs sucré : ils montrent, dans environ 1/4-1/3 des graines, le caractère du père. Quelques grains épars semblent combiner les caractères du père avec ceux de la mère, étant lisses d'un côté et ridés de l'autre.

---

(1) **Botanische Zeitung. 1868, p. 327.**

(2) W. O. Focke : *Die Pflanzenmischlinge*, p. 517.

Mes cultures de Maïs ont été continuées depuis, mais avec beaucoup d'interruptions. Le climat d'Amsterdam n'est pas bien favorable à ces études ; car parmi les variétés qui fructifient chez nous il y en a, et des plus intéressantes, dont la récolte échoue de temps en temps parce que dans les années défavorables elles ne mûrissent aucun grain. J'ai dû faire un choix, et j'ai restreint mes études à la variété sucrée blanche, ce qui, à mon avis, suffirait pleinement pour pouvoir juger en général des phénomènes en question.

Dans les expériences des auteurs cités, on s'est assuré de la pureté des variétés, on a pris beaucoup de précautions pour la fécondation, et l'on a récolté des épis à grains mixtes. Ce qui manquait, c'est l'étude de la nature de ces grains, la démonstration de la pureté des caractères héréditaires des uns, et de la nature hybride des autres. Il ne suffit pas d'une culture d'une année ; il est indispensable de semer la récolte obtenue, pour juger de ses caractères. J'ai obtenu cette série complète en 1898 et 1899 (1).

La variété sucrée blanche est une variété très pure. J'ai fait pendant deux années une expérience de contrôle avec des grains du lot, qui a servi pour les expériences d'hybridation. En 1898 j'avais environ quarante exemplaires, et en 1899 je possédais par leurs grains une seconde génération de soixante plantes qui donnaient soixante-sept épis pleins de grains, lesquels, tous sans aucune exception, étaient sucrés. Ces cultures se trouvaient dans la dépendance du jardin botanique et étaient éloignées de mon jardin d'expériences d'environ 100 mètres, et séparées de ce jardin par les arbres et les arbustes d'un parc public. Il n'y avait donc pas à craindre que le vent pût transporter le pollen d'une culture à l'autre.

---

(1) C'est en avril 1899 que M. Guignard a eu l'obligeance de m'envoyer sa publication et que j'ai pris connaissance du travail de M. Nawaschine par le *Botan. Centralblatt*. En annonçant le résultat de leurs travaux dans un journal hollandais, j'ai signalé la possibilité de la fécondation hybride de l'endosperme en général, et en particulier pour le Maïs. (*Album der Natuur.*, 1 Juillet 1899. W B, p. 70.)

En vue de l'hybridation je n'ai pas fait usage d'enveloppes artificielles pour les stigmates, mais j'ai cultivé mes plantes sur un carré séparé. Ce carré portait onze individus bien vigoureux, qui ont subi parfaitement les mêmes opérations. Ces opérations consistaient dans l'enlèvement presque total des inflorescences mâles avant l'ouverture des fleurs, et dans la pollinisation des stigmates par des saupoudrements répétés et aussi riches que possible, avec le pollen de la variété amylacée.

J'aurais pu enlever les inflorescences tout-à-fait, et avoir soin de ne permettre l'accès qu'au pollen de la variété choisie comme père. Dans ce cas j'aurais obtenu des épis uniformes, à grains hybrides, il est vrai, mais ne se distinguant extérieurement par aucun caractère de la variété amylacée ordinaire. Ces épis auraient donc été peu propres à la démonstration ; maintenant, la présence d'un certain nombre de grains autofécondés et sucrés sert à démontrer l'origine de mes épis.

La pollinisation hybride a été exécutée au mois d'août 1898. La récolte donna dix épis plus ou moins grands et bien couverts de grains. L'un des épis était ramifié, portant à sa base trois épis latéraux, riches en grains comme l'épi central. C'est une monstruosité très fréquente dans mes cultures, comme le sont aussi les fleurs et branches mâles dans les épis, et les fleurs ou groupes de fleurs femelles dans les inflorescences terminales.

Les dix épis récoltés sur mes onze plantes portaient chacun les deux sortes de grains, mais dans des proportions très variées. Il y en a qui ne montrent que de rares grains ridés parmi l'abondance de grains lisses, d'autres ont les trois quarts ou les deux tiers de leurs grains autofécondés et les autres, épars entre ceux-ci, amylacés. Ces derniers sont blancs et jaunes, comme dans la variété ordinaire.

Réservant la majeure partie de ces épis pour la démonstration, j'en ai choisi un des plus beaux pour en semer les grains en 1899. Cet épi avait dix rangées de grains dont 180 étaient amylacés et 66 sucrés. J'ai séparé les deux sortes et j'en ai semé un nombre assez grand pour avoir, sur chacune des cultures, environ trente plantes lors de la floraison.

Les grains sucrés reproduisirent la variété sucrée tout-à-fait pure ; ces grains étaient donc évidemment produits par l'autofécondation.

Les grains amylacés donnèrent des individus hybrides. Je les ai laissés se fertiliser entre eux par leur propre pollen. Sur trente-deux plantes, je récoltai trente-cinq épis riches en grains. Tous ces épis étaient de nature mixte. Environ un quart des grains étaient sucrés, les trois autres quarts étaient amylacés. Ces grains se trouvaient mélangés sur chaque rangée et sur chaque partie de l'épi ; leur mélange ne paraissait être réglé que par les lois de la probabilité. Les grains sucrés et ridés étaient revenus au caractère de la grand-mère, les autres à celui du père et du grand-père. Le nombre des grains fertiles variait, pour la plupart de ces épis, entre trois cents et quatre cents.

Les grains amylacés de mes épis croisés de 1898 étaient donc des hybrides, aussi bien pour leur endosperme que pour leurs embryons. L'albumen avait tout-à-fait le caractère du père, bien rempli d'amidon, et sans trace visible de sucre, d'un blanc de craie à l'intérieur et avec une surface lisse et sans rides. L'embryon produisit une plante hybride, capable comme tant d'autres hybrides, de reproduire le type des deux parents.

Je n'ai pas observé sur ces épis de grains intermédiaires, moitié sucrés, moitié amylacés, pas plus dans la récolte des épis croisés de 1898, que dans celle, bien plus étendue, des épis hybrides de 1899.

Il est donc prouvé, dans ces expériences que :

1° Chaque grain, dont l'endosperme montre le caractère du père, a un embryon hybride ;

2° Chaque grain, dont l'endosperme montre les caractères de la plante mère, a un embryon de race pure et est donc autofécondé.

Ou en d'autres termes :

L'hybridation de l'embryon a toujours été accompagnée de l'hybridation de l'endosperme.

Les expériences sur l'influence dite directe du pollen de Maïs sur les graines croisées, trouvent leur explication vainement cherchée depuis plus d'un siècle, dans la découverte de la fécondation double par M. Nawaschine *et par* M. Guignard. *De leur côté elles donnent une démonstration, aussi frappante que facile à se procurer, de cette remarquable découverte.*

Ou enfin en peu de mots : *La double fécondation se trouve corroborée par l'hybridation double.*

(Université d'Amsterdam).

EXPLICATION DE LA PLANCHE 15

Fig. A. — Maïs amylacé ordinaire (grains lisses).

Fig. B. — Maïs sucré blanc (grains ridés).

Fig. C. — Épi hybride, produit par une plante issue d'une graine croisée. Les grains sont pour les trois quarts amylacés et pour un quart sucrés et ridés.

Fig. N. — Épi de Maïs sucré blanc, fécondé en partie par le Maïs amylacé. On voit dix grains blancs et lisses, qui sont dus à l'influence du pollen étranger, amené naturellement par le vent, LA

VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES

par F. BOERGESEN et Ove PAULSEN (Suite).

(Traduit en français par Mlle S. ERIKSSON)

2° La formation des Coccoloba-Manchinil.

Derrière la formation de *pes-capræ* commence, comme je l'ai dit déjà, une végétation formée d'arbres et d'arbrisseaux qui correspond tout à fait à la formation du *Barringtonia*, à Java (M. Schimper). Comme celle-ci elle est souvent rendue absolument impénétrable par des plantes grimpantes, parmi lesquelles je veux nommer les *Guilandina Bonduc* L. et *Bonducella* L. et le *Cassytha americana* Ns.

La partie des rivages qui est couverte de sable est généralement très étroite, et il ne s'agit donc pas ici d'une vraie forêt, mais plutôt d'une bande d'arbres et d'arbrisseaux, le long des côtes (voyez par ex. les planches 4 et 5). On remarque très bien l'influence qu'exerce sur la végétation le vent alisé, souvent fort et persistant. La végétation monte ordinairement en pente douce à partir du bas de la côte, et les arbres sont quelquefois, comme sur la côte occidentale du Danemark, comme coupés en talus, et les branches au côté de l'arbre qui est exposé au vent, sont mortes (voyez la planche 7). Cette chose se remarque le mieux sur les côtes nord des îles, mais au sud de Sainte-Croix, le Manchinil porte également des traces évidentes de l'influence desséchante du vent, fait noté aussi par M. Eggers.

Il n'y a pas, dans cette bande d'arbres, de végétation couvrant la terre et en général on peut bien voir le sol. Seulement aux places mieux éclairées on trouve parfois des plantes de petite taille, et en ce cas elles appartiennent à la formation du *pes-capræ* ou bien encore à une autre formation. Ainsi on voit ici par exemple le *Petiveria alliacea* L., l'*Iresine elatior* Rich., le *Turnera ulmifolia* L., etc. et des arbrisseaux du hallier de *Croton* : le *Lantana involucrata* Sw., des espèces de *Melochia* et de *Croton*, etc.

Comme arbres véritables nous ne trouvons que l'*Hippomane Mancinella*, un très bel arbre à écorce lisse et à feuilles vertes foncées, glabres, brillantes, pendantes et ramassées vers les sommets des branches. Le *Coccoloba uvifera* Jacq (Pl. 6) est le plus souvent un arbrisseau, dont les branches inférieures rampent sur le sol et y prennent racines (voyez fig. 15, B), mais il devient pourtant quelquefois un arbre assez haut et à gros tronc. On trouve aussi très souvent le Cocotier sauvage ou cultivé, qui élève au-dessus des autres arbres son tronc élancé (voyez la planche 6). Il balance au gré des vents alizés et les troncs penchent dans la direction du vent qui règne pour le moment. Plus rarement se rencontre le *Chrysobalanus Icaco* L., un arbrisseau de la hauteur d'un homme. Les feuilles de cet arbre sont glabres, brillantes, d'un vert foncé et un peu tournées en haut. A Sandy-Point il y en avait beaucoup en fleurs et nous en avons aussi trouvé un grand nombre qui portaient des fruits.

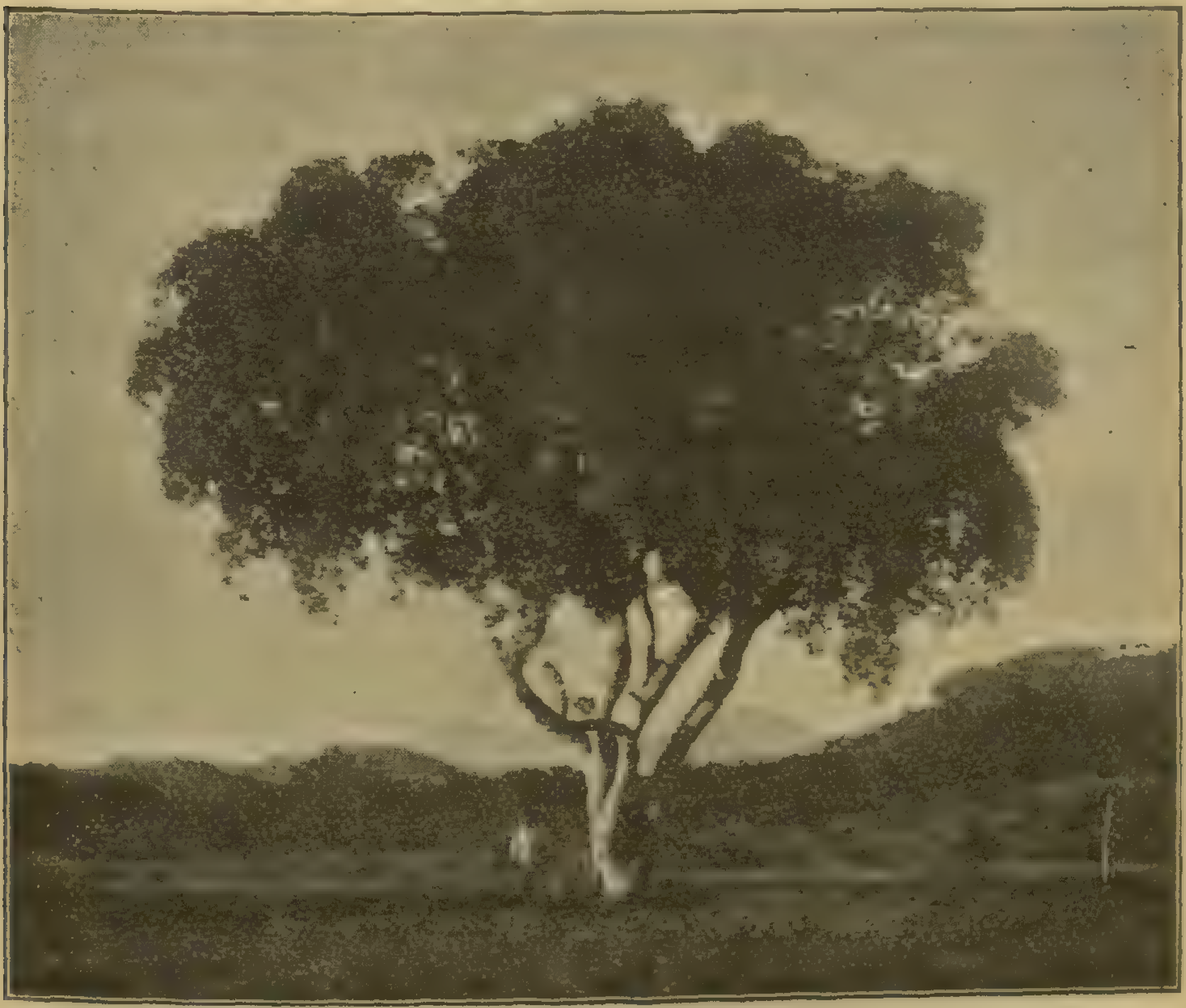


Fig. 13. — *Hippomane Mancinella* L. — Arbre isolé un peu éloigné de la côte. Pentes couvertes d'arbrisseaux et le Mount Eagle dans l'arrière-plan (d'après une photographie prise par F. Boergesen).

Je dois encore nommer quelques arbres qu'on a fait venir de l'Asie et qui sont mêlés parmi les autres dans les bois des côtes.

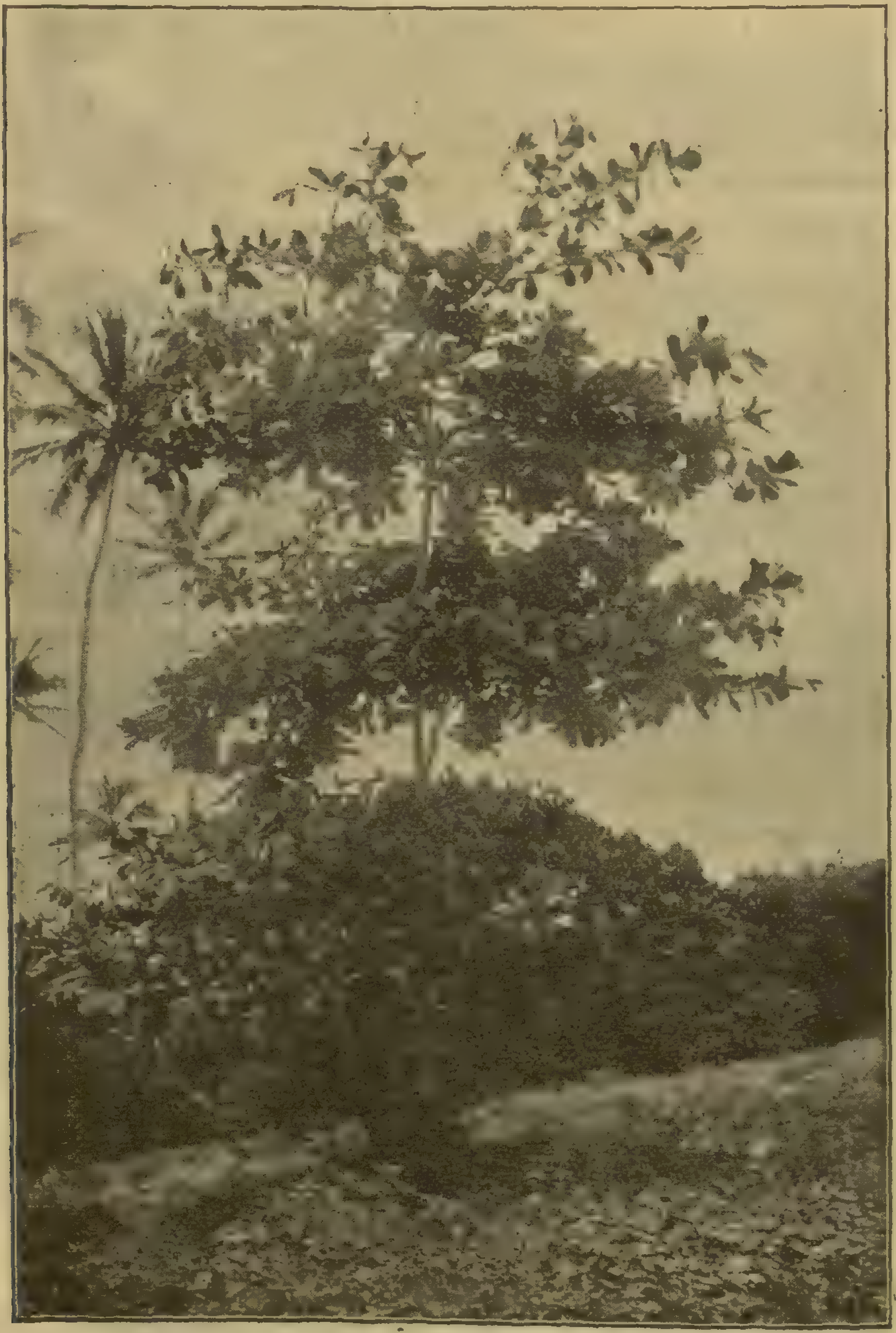


Fig. 14. — *Terminalia Catappa* L. — Dans l'arrière-plan un bosquet du rivage, formé d'*Hippomane*, de *Coccoloba* et de Cocotiers (d'après une photographie prise par F. Boergesen).

Ce sont le *Thespesia populnea* Cav. et le *Terminalia Catappa* L. qui se distingue par sa taille élégante et disposée par étages (Fig. 14).

A l'ombre de ces arbres et s'accrochant à eux, on voit souvent les deux espèces du genre de *Guilandina*, les *G. Bonduc* et *Bonducella*, tous deux très épineux. Ce sont là de très belles plantes à fleurs jaunes et à feuilles élégamment composées. Mais il n'est point agréable de venir trop près d'elles, à cause des épines qui, en très grand nombre, couvrent la plante entière, même les fruits. Sur le Manchinil végète souvent le *Cassytha americana* Ns. Çà et là on rencontre le *Cissus trifoliata* L. et le *Metastelma albiflorum* Gr. grimpant dans les bosquets du littoral, bien qu'ils appartiennent plutôt aux bocages et aux formations transitoires. A Smiths'Bay à Saint-Thomas M. le Prof. Warming a observé le *Loranthus emarginatus* Sw. dans le bosquet au bord, mais sans cela, si l'on ne compte pas le *Cassytha americana*, la rencontre de parasites ou bien d'épiphytes dans les bois des rivages est assurément très rare. Ainsi je ne me souviens pas d'avoir vu, dans les bosquets du littoral, les *Tillandsina*, qui sont en général fréquents dans les bocages et les bois.

Devant ces arbres et attenant à la formation de *pes-capræ*, nous trouvons les plantes suivantes : au plus loin et dans les places découvertes le *Tournefortia gnaphalodes* R. Br. règne seul (voyez la planche 5). Cette plante est toute couverte de poils gris et les feuilles sont épaisses. A ces endroits exposés elle n'obtient guère la hauteur d'un demi-métre, tandis qu'aux places plus tranquilles, comme les arbrisseaux que je vais nommer, elle atteint la hauteur d'un homme. De plus on rencontre le *Borrichia arborescens* DC. ; une plante à fleurs jaunes et appartenant à la famille des Synanthérées. Elle est glabre ou bien soyeuse, couverte de poils brillants. Puis on trouve le *Suriana maritima* L. qui a des feuilles d'un vert foncé, mates, épaisses, dressées et spatulées ; l'*Ernodea littoralis* Sw., une plante à feuilles lisses et elliptiques, les deux bouts du limbe étant atténués. Comme de petits arbres on voit souvent le *Jacquinia armillaris* L. avec des feuilles d'un vert clair, un peu élevées dont les bords s'enroulent souvent en arrière et le *Bontia daphnoides* L., dont les feuilles lisses et d'un vert foncé sont à peu près verticales. Plus rarement on trouve le *Scævola Plumieri* qui, en contraste d'autres abrisseaux vivant ici, a des feuilles plus larges et en même temps arrondies, épaisses et lisses.

Eggers (1) nomme encore quelques plantes qu'on peut trouver sur les rivages sablonneux : l'*Ecastophyllum Brownii* Pers., le *Clerodendron aculeatum* Gr., le *Colubrina ferruginosa* Brongn., le *Canella alba* Murr., le *Dodonæa viscosa* L., le *Sophora tomentosa* L., et deux arbres : l'*Hæmatoxylon campechianum* L. et le *Bucida Buceras* L. Plusieurs de celles que je viens de nommer ne sont certainement pas des plantes typiques des rivages sablonneux. Le *Bucida Buceras*, par exemple, se rencontre en grande abondance dans les vallons humides du Saint-Thomas. L'*Hæmatoxylon campechianum* et le *Clerodendron aculeatum* sont à ranger parmi les plantes des bosquets secs, et le *Dodonæa viscosa* d'après M. Schimper (2) se trouve aussi dans l'intérieur de l'île de Java. Il nous est naturellement impossible de tracer les limites précises de ces plantes. Si caractéristiques que soient pour les rivages sablonneux le *Coccoloba* et le *Manchinil*, on peut pourtant les trouver tous deux à d'autres places. Ainsi je les ai vus dans les « lagunes de Krause » dans un fond argileux, et même à l'intérieur de Sainte-Croix on les trouve assez souvent. La figure 13 est faite d'après la photographie d'un arbre de Manchinil, isolé et bien éloigné de la côte. A propos de cela je veux aussi dire qu'au contraire on peut trouver des plantes aimant un sol plus sec, pousser aussi quelquefois dans une terre salifère. M. Warming a observé que dans une lagune, au sud de Sainte-Croix, l'*Acacia Farnesiana*, l'*Opuntia* et le *Cereus* vivaient à côté du *Laguncularia* et que la terre où ils poussaient étaient couverte de sel cristallisé. Quant à cette dernière chose, je l'ai remarquée moi-même dans la grande lagune à l'est de St-Thomas.

Les bosquets ont généralement, comme je l'ai dit déjà, la hauteur d'un homme, et la couleur en devient, d'après les plantes dominantes, d'un gris-bleuâtre ou jaune, plus rarement d'un vert foncé.

Observations biologiques, morphologiques et anatomiques.

Même ici la végétation est exposée à une transpiration très vive et les plantes qui se rencontrent ici sont armées de diverses manières pour la défense de cette transpiration. Nous retrouvons ainsi dans plusieurs de ces arbrisseaux, par ex. dans l'*Ernodea littoralis*, les mêmes feuilles elliptiques que dans la formation du *pes-capræ*. D'autres ont des feuilles spatulées, par ex. le *Tournefortia gnaphalodes*, le *Suriana maritima* et le *Borrichia arborescens*. De plus les feuilles sont généralement plus ou moins dressées (voyez le *Tournefortia*, planche 5). Puis plusieurs plantes ont des feuilles charnues, par exemple le *Tournefortia*, le *Borrichia*, le *Suriana*, etc. Dans d'autres, elles sont toutes bien couvertes de poils, comme dans le *Tournefortia* et dans la forme velue du *Borrichia*. Des feuilles lisses et brillantes se rencontrent par ex. dans l'*Hippomane Mancinella*, le *Bontia daphnoides*, le *Scævola Plumieri* et d'autres.

---

(1) *L. c.*, pages 54 et 55.

(2) *L. c.*, page 74.

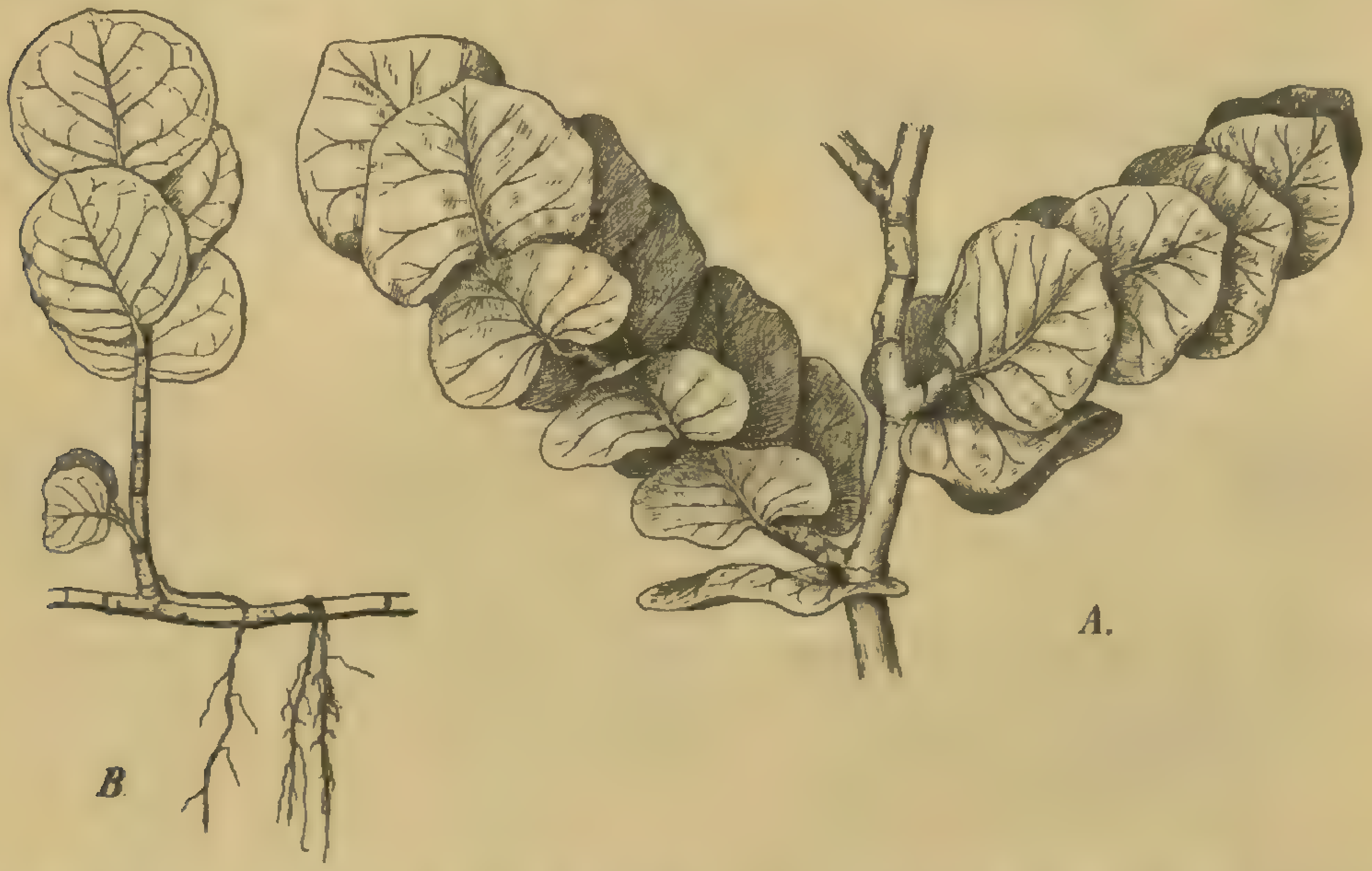


Fig. 15 et 16. — *Coccoloba uvifera* Jacq. — A, Partie d'une branche montrant l'orientation verticale des feuilles alternes ; B, Partie d'une branche couchée d'où sort perpendiculairement une pousse. Figures très réduites faites d'après des dessins de M. Warming.

Quelques espèces, entre autres le *Coccoloba uvifera* Jacq. (Pl. 6) sont dignes d'une description plus détaillée.

Dans les endroits très exposées au vent, le *Coccoloba uvifera* est toujours un arbrisseau. Il étend sur le sol les branches inférieures qui y prennent racine. Sur la partie en contact avec la terre, on voit poindre à l'aisselle des feuilles de jeunes racines qui s'enfoncent dans la terre (Fig. 15, B). Les grandes feuilles réniformes sont assez épaisses et rudes. A la face supérieure elles sont brillantes, à l'autre face d'un vert clair. La nervure primaire est rougeâtre. Les feuilles sont rangées sur deux lignes, complètement redressées et rencontrent la branche à angle aigu (Fig. 15, A).

En quelques mots, je veux aussi indiquer la structure anatomique de la feuille. L'épiderme de la face supérieure a la cuticule épaisse et manque de stomates. Les cellules ne sont pas très grandes, et vues de la face supérieure, elles sont polygonales (Fig. 17, B). Sous l'épiderme, nous rencontrons une couche d'hypoderme, formée de grandes cellules transparentes (A : *Hy*), contenant des sphéro-cristaux (dans de la matière, conservée dans l'alcool). Les parois de cet hypoderme sont un peu ligneuses et elles deviennent colorées en rouge par de la phloroglucine et de l'acide chlorique, en jaune par du chlorure de zinc iodé. L'épiderme et l'hypoderme contiennent beaucoup de tanin. Des petites nervures secondaires ne sont pas saillantes, mais enfoncées dans le limbe et entourées de cellules transparentes, 3 à 4 fois plus longues que larges, et dont les parois sont ligneuses. Comme une mince poutre, ces cellules vont de la face supérieure à la face inférieure de la feuille et lui donnent de la solidité. Aussi la feuille devient-elle par cela divisée en de nombreuses parties. Sous l'hypoderme, nous rencontrons 2 à 3 couches de cellules allongées qui adhèrent au parenchyme spongieux, dont les cellules oblongues et nombreuses

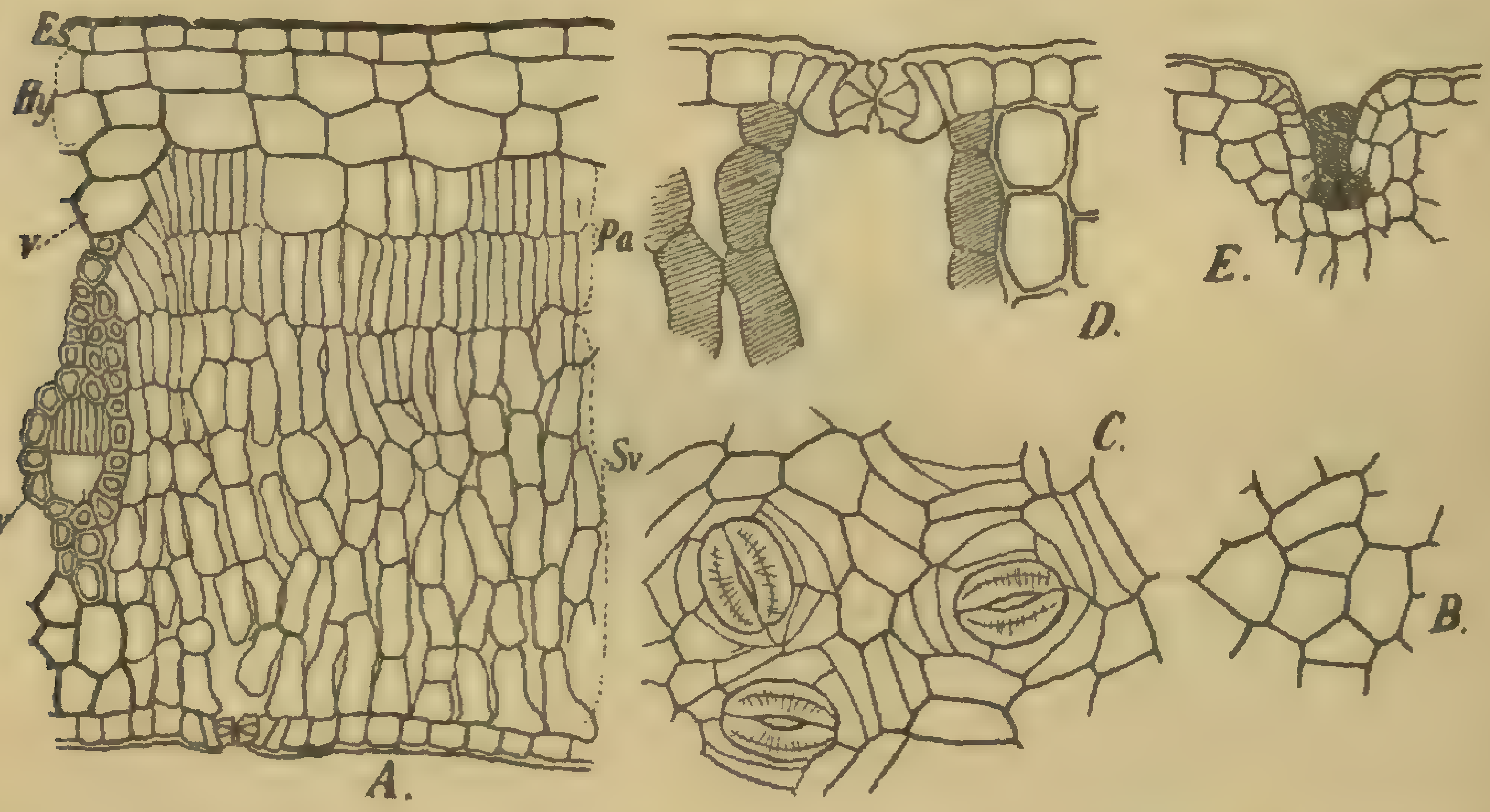


Fig. 17 à 21. — *Coccoloba uvifera* Jacq. — A, Coupe transversale; *Hy*, Hypoderme; *v*, gaine autour des faisceaux fibro-vasculaires ; B, L'épiderme supérieur ; C, L'épiderme inférieur ; D, Coupe transversale d'un stomate ; E, Poils glanduleux (toutes les figures d'après des dessins faits par M. Warming).

laissent entre elles des méats et des lacunes. Les cellules ne s'étendent pas vers les faisceaux fibro-vasculaires. Les cellules contiguës renferment des cristaux agglomérés.

Les cellules de l'épiderme inférieure sont un peu plus petites, mais aussi plus hautes que celles de l'épiderme supérieure. Ici les stomates sont très nombreux et un peu enfoncés (D); ils sont entourés de plusieurs cellules étroites (C). A la face inférieure on trouve de plus, çà et là, des poils glanduleux enfoncés (E).

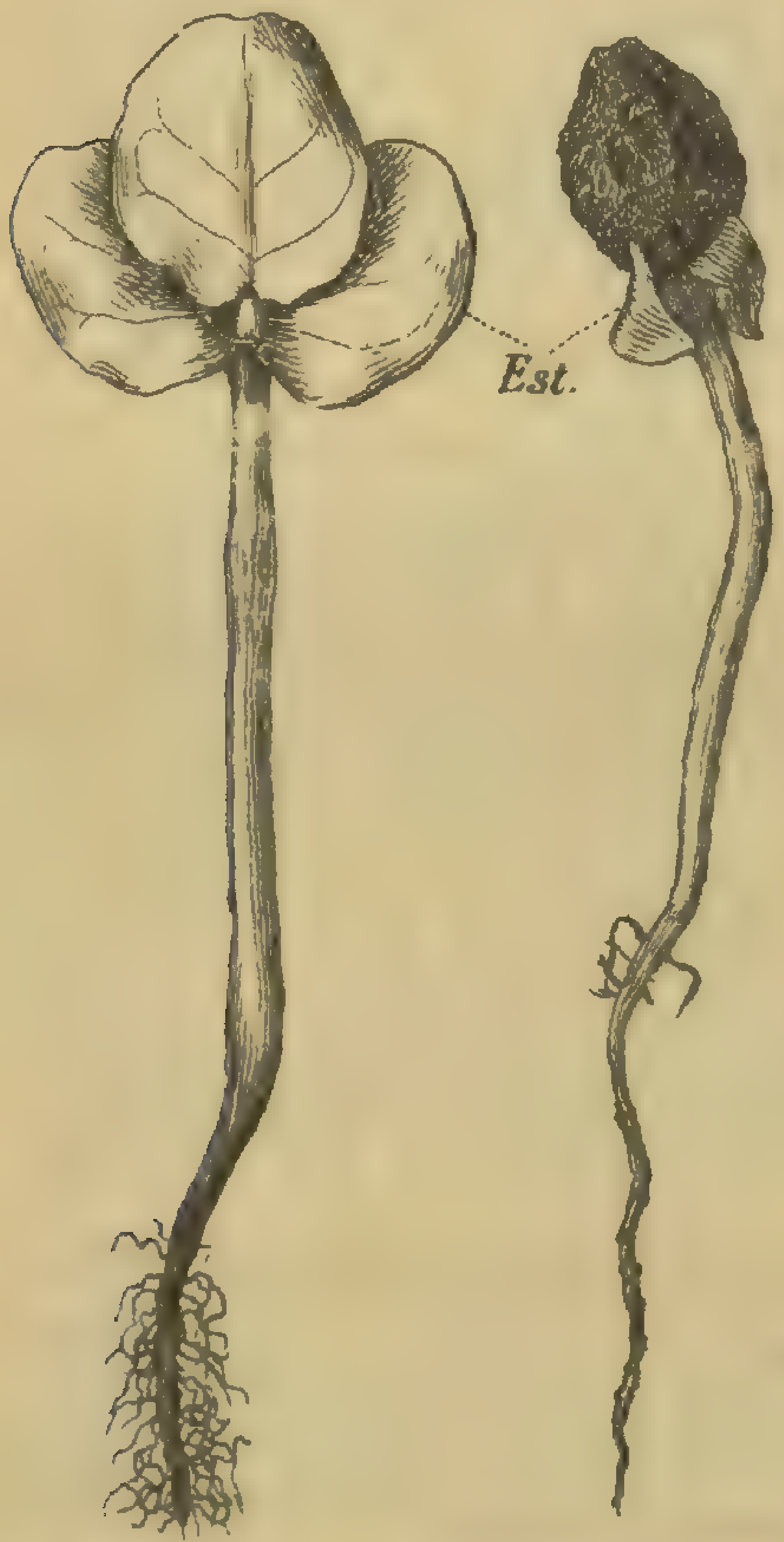


Fig. 22 et 23. — *Coccoloba uvifera* Jacq. — Des exemplaires de *Coccoloba* en germination, un peu diminués. *Est.* : les cotylédons.

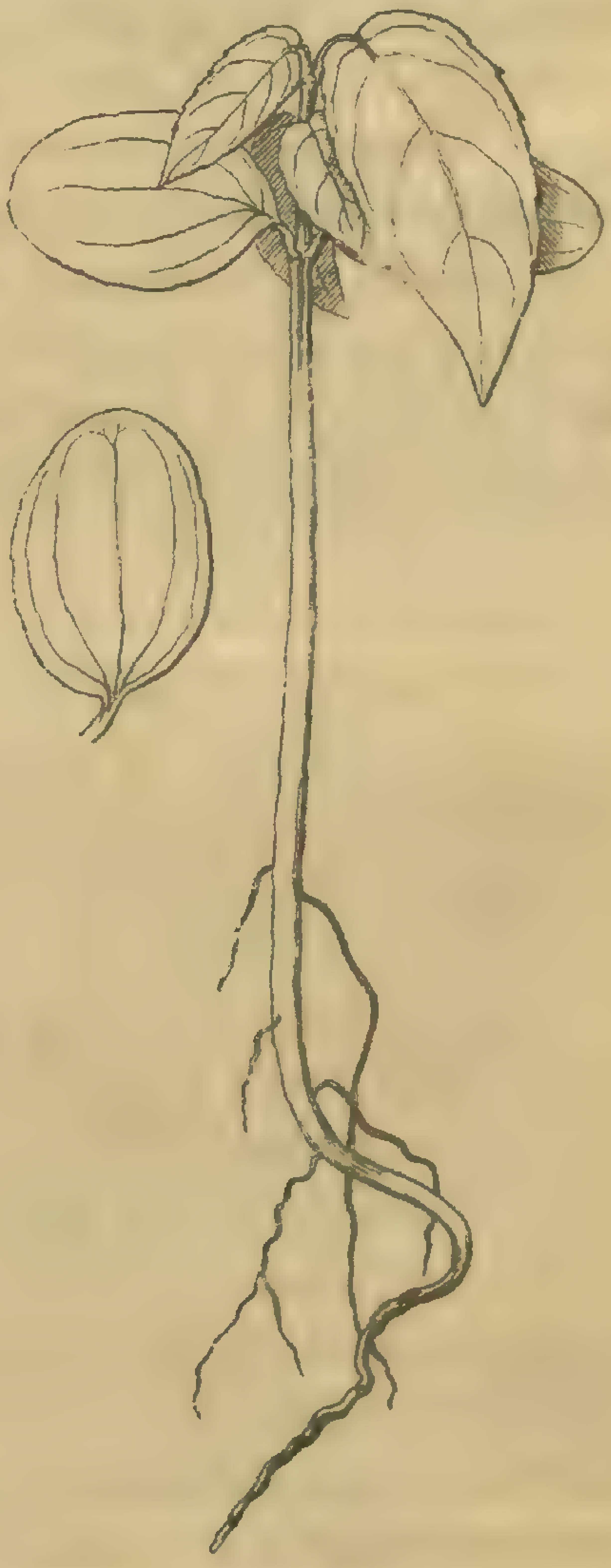


Fig. 24. — Plantule et cotylédon isolé de l'*Hippomane Mancinella* L. (un peu réduits). Dessin de M. Warming.

Il y avait beaucoup d'exemplaires de *Coccoloba* en germination. Le noyau est levé par les cotylédons. Ceux-ci sont réniformes et entiers, ressemblant au point de vue de la consistance et de l'apparence aux feuilles ordinaires. La racine s'enfonce rapidement dans le sol.

L'*Hippomane Mancinella* L. est un très bel arbre à écorce lisse et à feuilles glabres, d'un vert foncé très luisant, plus ou moins pendantes (Fig. 13). Elles sont articulées sur la tige et laissent, en tombant, une cicatrice bien marquée sur la tige. Elles sont ramassées vers l'extrémité des branches, les entre-nœuds étant ici plus courts. Dans les bourgeons les feuilles sont enroulées. La plante entière est lactifère, et à la moindre coupure le latex en coule. Ce suc est très vénéneux et d'un effet caustique, une très petite quantité causant une blessure à la peau.

Les fruits du Manchinil sont presque des drupes, renfermant plusieurs graines. Ils ressemblent à des pommes et en ont l'odeur, mais sont vénéneux. Dans le jeune Manchinil (Fig. 24), les premières feuilles au dessus du sol sont ovales et un peu charnues, la racine se développe rapidement.

Voici la structure de la feuille : l'épiderme supérieur (Fig. 25, B), qui est composé de cellules assez grandes et polygonales, a des parois très épaisses et cuticularisées, et manquent de stomates. Sous l'épiderme il y a deux, quelquefois trois couches de cellules allongées. Le parenchyme renferme des cellules arrondies, un peu ramifiées qui laissent entre elles beaucoup de lacunes. Les cellules de l'épiderme inférieur sont plus petites que celles de l'épiderme supérieur et leurs parois faiblement ondulées ; il y a beaucoup de stomates au niveau des autres cellules. Cà et là dans le parenchyme se trouvent aussi des cellules renfermant des cristaux agglomérés. Tout autour des faisceaux fibro-vasculaires on aperçoit une gaîne, la mieux développée dans les plus grands de ceux-ci, et composée de cellules ordinairement transparentes, mais quelquefois renfermant des grains de chlorophylle (Fig. 25, A). Ces cellules se continuent aux deux côtés vers l'épiderme de la feuille. Les parois sont un peu ligneuses.

En regardant une feuille par transparence, on aperçoit un grand nombre de petits points noirs. Ceux-ci sont dus à des cellules contenant du tanin qui se trouvent dans le parenchyme spongieux, contigu à l'épiderme. Des vaisseaux laticifères se trouvent çà et là dans la feuille. Auprès des faisceaux fibro-vasculaires, il y a des trachéides, se trouvant entre une couche de cellules allongées et un parenchyme spongieux.

Au pétiole, tout près du limbe, se trouve une glande en forme d'un petit coussin ou d'un gonflement bombé. Par une coupe transversale de cette glande on va remarquer que la couche extérieure est formée de cellules longues, minces et prismatiques qui sont entièrement contiguës les unes aux autres par leurs parois latérales. Dans la couche sous-jacente les cellules sont polygonales. Ces glandes correspondent absolument à celles de l'*Hura crepitans* et du *Cnidoscolus nepæfolius* (Paulsen) (1) et du *Ricinus* (Reinke) (2).

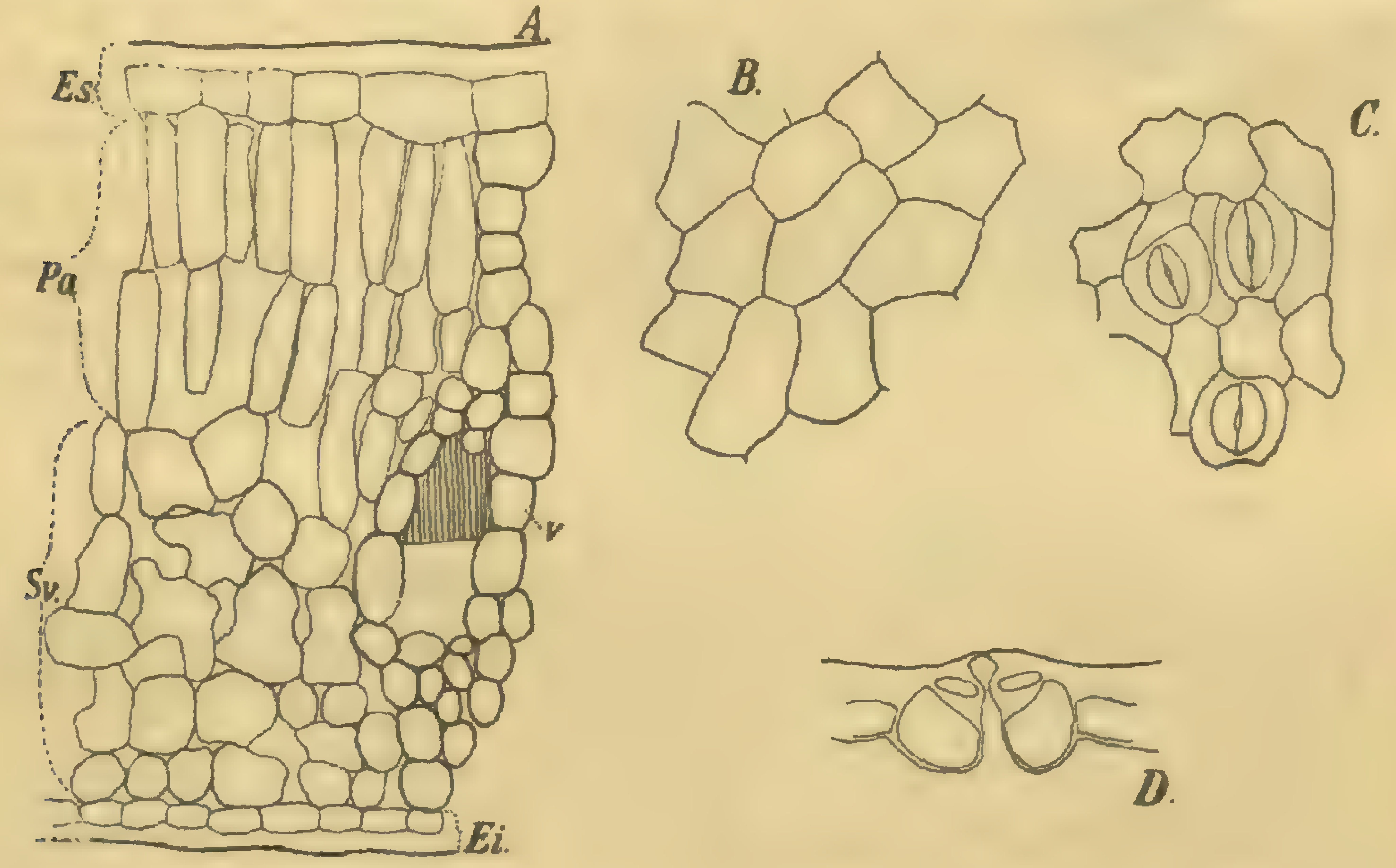


Fig. 25 à 28. — *Hippomane Mancinella* L. Anatomie de la feuille. — A, Coupe transversale ; B, épiderme supérieur, quelques cloisons au voisinage des stomates ont été oubliées ; C, épiderme inférieur ; D, stomate.

Le *Chrysobalanus Icaco* L. est un petit arbre ou bien un grand arbuste, d'environ 4 à 5 aunes de hauteur. Les feuilles sont lisses, cordiformes en sens inverse, un peu crénelées au sommet et dressées.

Nous allons faire une coupe transversale de la feuille de cette plante. Les cellules de l'épiderme supérieur, vues de la surface, sont polygonales et leurs parois rectilignes (Fig. 29, B). Elles se sont irrégulièrement divisées et se composent de 1 à 3 couches de cellules (Fig. 29, A, *Es*) qui sont limpides et servent d'une sorte de réservoir d'eau. Les cellules de l'épiderme inférieur sont plus petites et point divisées. La paroi extérieure n'est que très faiblement épaissie sur les deux faces. Les cellules de l'épiderme inférieur contiennent beaucoup de tanin. Les stomates qui ne sont distribuées qu'à la face inférieure se trouvent au niveau de la surface. Il y a ici 2 à 3 couches de cellules allongées, peu courtes, qui adhèrent aux cellules oblongues du parenchyme spongieux (1).

---

(1) V. A. Poulsen : " *Om nogle Trikomer og Nektarier* " (Videnskab. Medd. fra den Nath. Forening 1874, pag. 271).

(2) Reinke : Pringsheims Jahrb. X, pag. 164.

Le *Bontia daphnoides* L. se rencontre ordinairement comme un petit arbre à feuilles entières, lisses et brillantes, plus ou moins dirigées obliquement vers le haut. Elles sont assez épaisses et leur couleur est vert-clair.

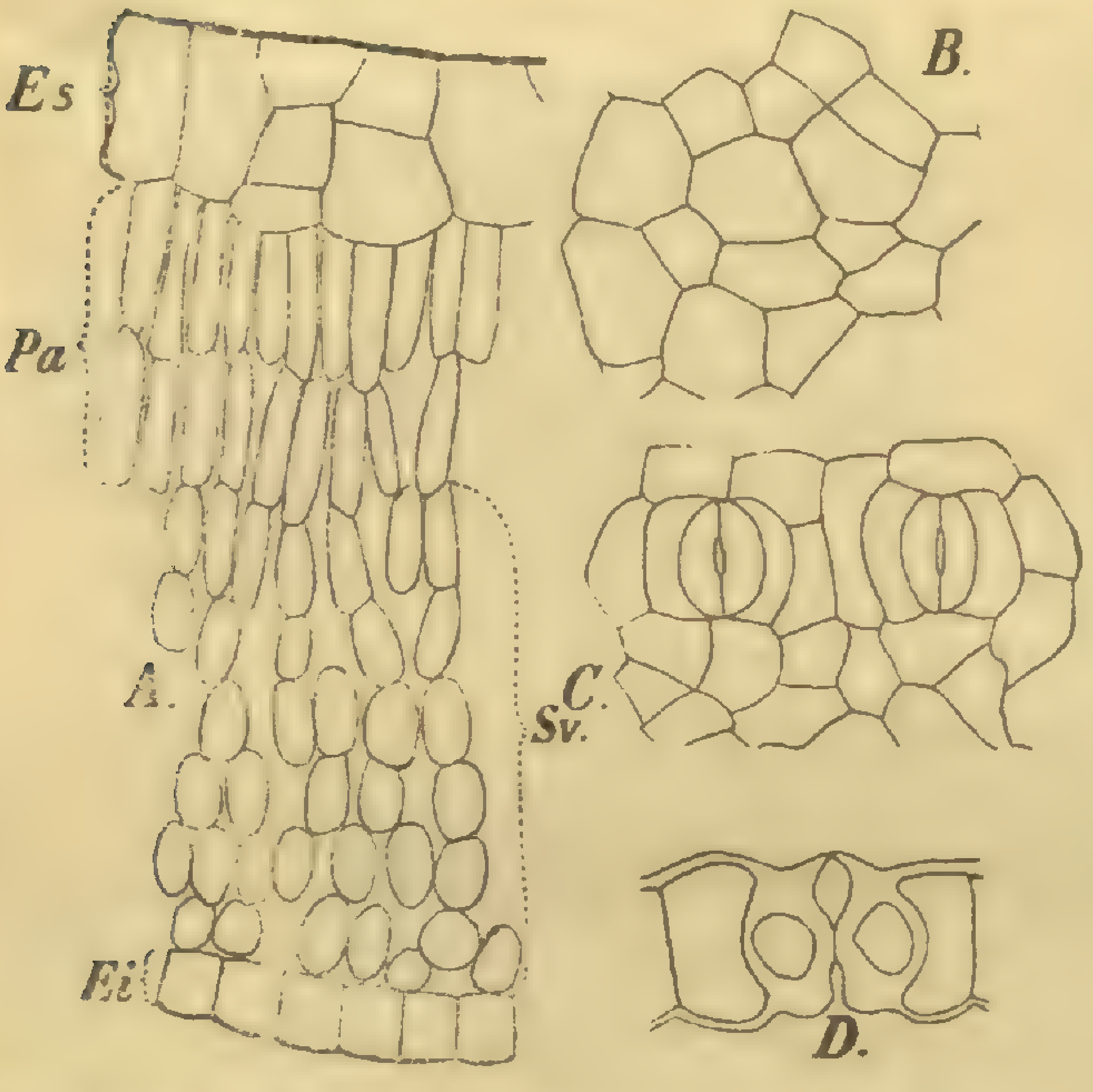


Fig. 29 à 32. — *Chrysobalanus Icaco* L. Feuille. — A, Coupe transversale ; B, épiderme supérieur ; C, épiderme inférieur ; D, coupe transversale d'un stomate.

Sur une coupe transversale, on voit que la feuille est presque isolatérale, puisqu'il y a des stomates à toutes les deux faces de la feuille, et que les cellules du parenchyme spongieux sont un peu étendues et perpendiculaires à l'épiderme (Fig. 33, A). Les cellules de celui-ci, coupées transversalement, sont à peu près carrées et, vues de la surface, polygonales ; leurs parois sont rectilignes ou faiblement ondulées (B, C). La paroi extérieure de l'épiderme est relativement mince. Les stomates sont placées au niveau de la surface (D) et se trouvent en grande abondance sur les deux faces de la feuille. Ici, sont aussi enfoncés çà et là des poils glanduleux (E).

Il y a 2 à 4 couches de cellules palissadiques, tantôt longues, tantôt plus courtes, faisant transition dans le parenchyme spongieux. Les cellules de celui-ci sont plus courtes et ont quelquefois par ci et par là de petites branches. Dans le tissu palissadique aussi bien que dans le parenchyme spongieux il y a de grandes glandes contenant une huile volatile (Fig. 33, F). Autour des faisceaux fibro vasculaires, il y a des cellules limpides, offrant un contenu finement granuleux. Vers le haut de la feuille, celle-ci devient souvent plus épaisse et presque iso-latérale (Fig. 33, G).

---

(1) Quant à l'anatomie des Chrysobalanacées, comparez : Kuster : *Die anatomischen Charaktere der Chysobalaneen, insbesondere ihre Kieselablagerungen* (Bot. Centralblatt, 1897).

Le *Jacquinia armillaris* L. a généralement la forme d'un petit arbre, à feuilles lisses, coriaces, entières et vert-jaunâtre. Elles sont dressées, et les bords de la feuille sont souvent courbés en arrière. Voici la structure de la feuille :

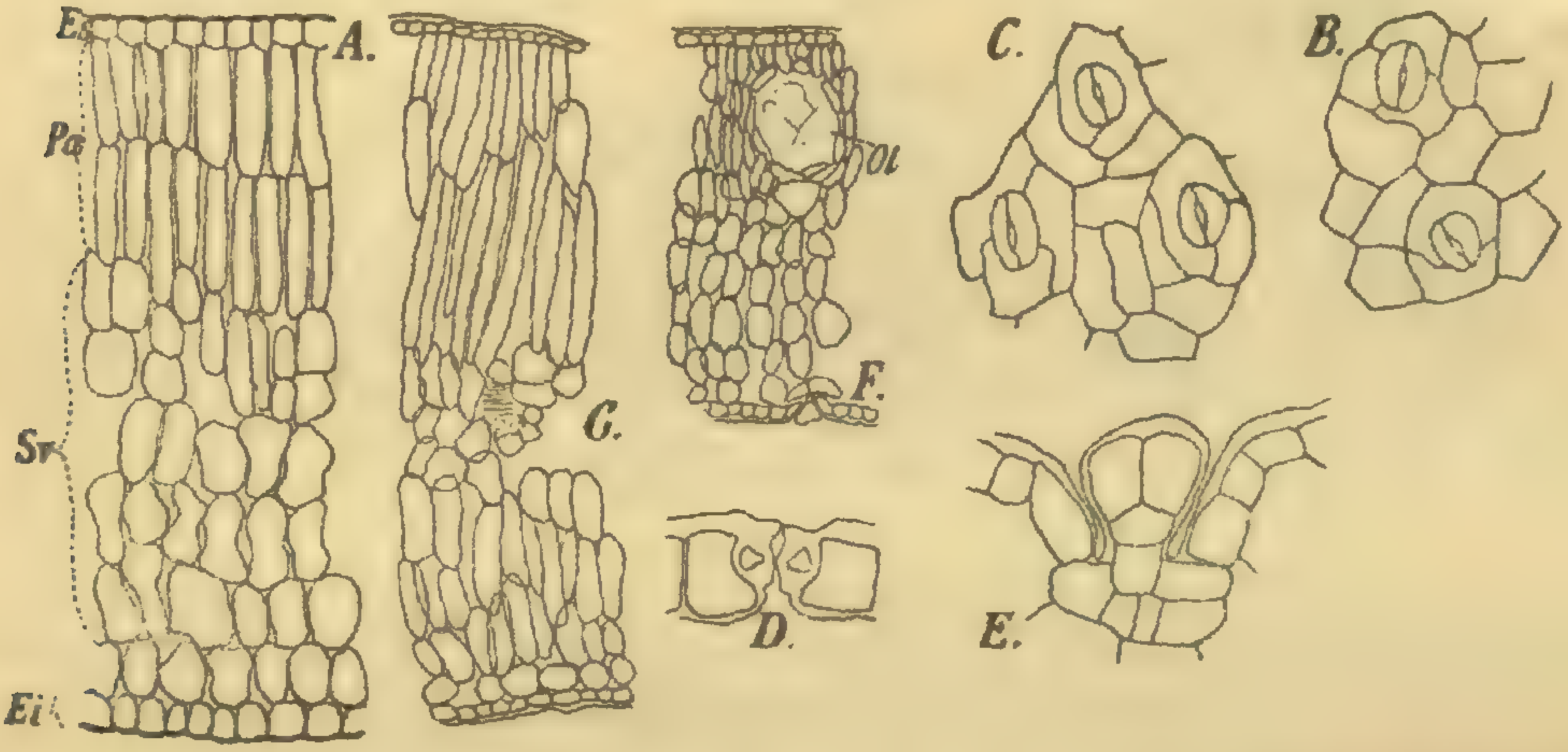


Fig. 33 à 39. — *Bontia daphnoides* L. — A, Coupe transversale d'une feuille ; B, épiderme supérieur ; C, épiderme inférieur ; D, coupe transversale d'un stomate ; E, poil glanduleux ; F, coupe transversale d'une feuille avec glande contenant une huile volatile ; G, coupe transversale faite au sommet de la feuille. (Les figures F et G ont été dessinées par M. Ove Paulsen).

Une coupe transversale des cellules de l'épiderme supérieur nous les montre carrées. Vues d'en haut, elles sont polygonales, et leurs parois rectilignes. A toutes les deux faces de la feuille il y a une paroi extérieure très épaisse et bien cuticularisée qui, surtout à la face inférieure, est chagrinée par des côtes saillantes. Sous l'épiderme supérieur, on trouve une seule couche de cellules d'hypoderme. (Fig. 40, A). Ces cellules sont limpides comme celles de l'épiderme supérieur dont je viens de parler, et, en outre, elles contiennent souvent de l'oxalate de chaux. Il n'y a de stomates qu'à la face inférieure (C), et ils portent une partie saillante par laquelle se forme une espèce d'enclos. Dans l'épiderme, il y a aussi enfoncés des poils glanduleux épars (D et E), distribués sur les deux faces de la feuille. Sous l'hypoderme nous voyons une ou deux couches de palissades un peu courtes (A), et ensuite on arrive à un parenchyme bien puissant et offrant beaucoup de lacunes. Ce parenchyme est constitué de cellules polygonales ou ramifiées. Sous l'épiderme, il y a aux deux faces de la feuille et tout autour des faisceaux fibro-vasculaires des faisceaux libériens (A. *Scl.*).

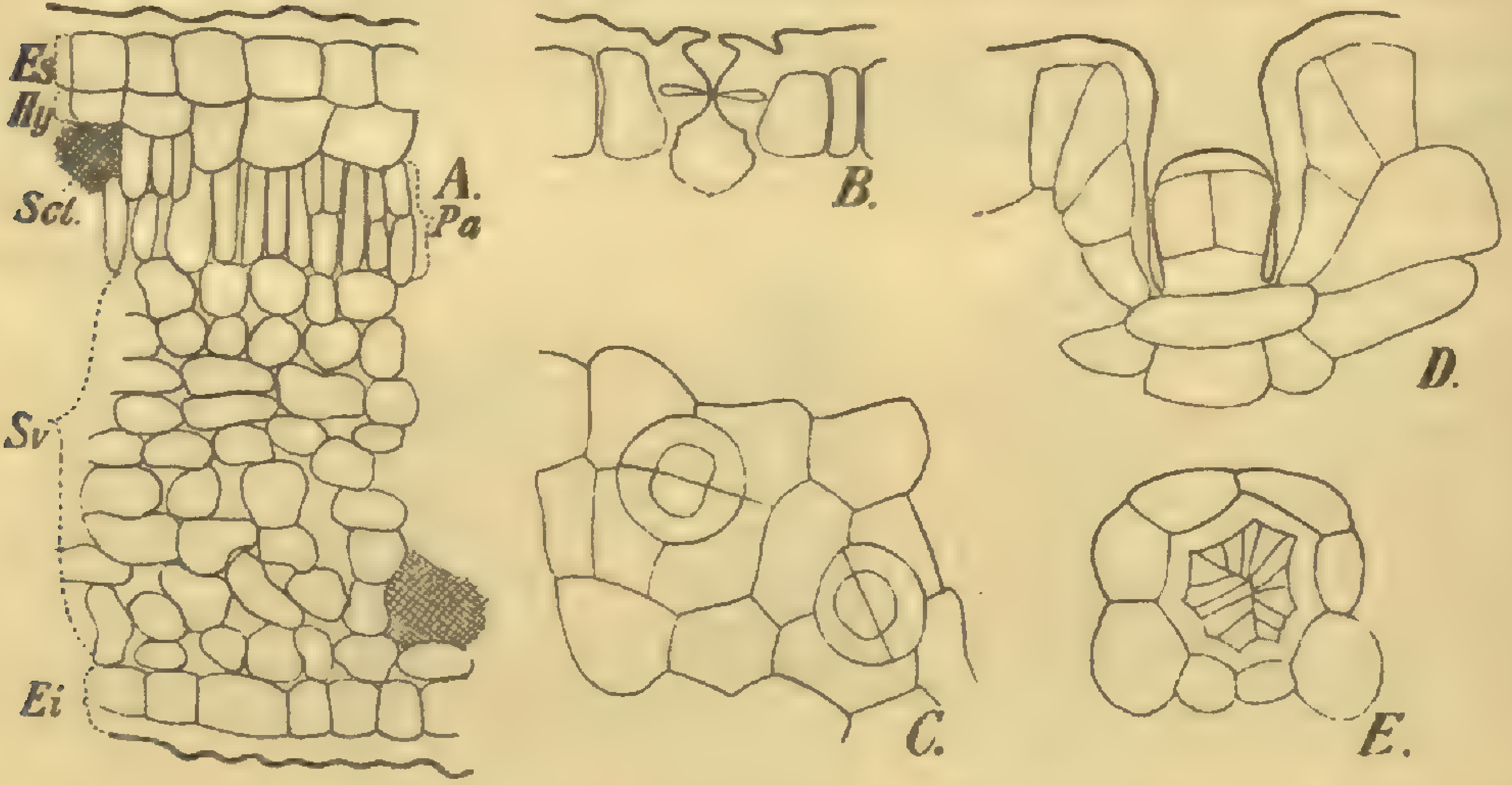


Fig. 40 à 44. — *Jacquinia armillaris* L. Feuille. — A. Coupe transversale ; B, coupe transversale d'un stomate ; C, épiderme inférieur ; D, poil glanduleux ; E, celui-ci, vu d'en haut avec les cellules entourantes.

Pour le reste, je renverrai au « Halophytstudier » de M. Warming ; on y trouvera la description anatomique de toutes les plantes des bords sablonneux qui ne sont pas décrites ici (1).

Pour donner une idée plus complète de la végétation dont je viens de faire la description, je vais maintenant relater quelques-unes de mes excursions. Le long de la côte septentrionale de Sainte-Croix, à peu près depuis le village de Christianssted jusqu'à l'endroit où commencent, à l'ouest de l'île, les côtes rocheuses près de Salt River, les bords sont couverts de sable. Souvent j'ai eu l'occasion de visiter ces bords, surtout dans le voisinage de la plantation de Little Princess. En arrivant de Christianssted et ayant passé la sucrerie, on voit le long de la mer une forêt composée d'abord presque entièrement d'*Hippomane Mancinella*. Cette partie de la

(1) *Baccharis dioica*, page 194 ; *Ernodea littoralis*, p. 195 ; *Suriana maritima*, p. 199 ; *Tournefortia gnaphalodes*, p. 209 ; *Scœvola Plumieri*, p. 209 ; *Borrichia arborescens*, p. 212.

forêt a une jolie couleur brillante d'un vert-foncé. En pénétrant plus loin dans le bois, on voit aussi le *Coccoloba*, des Cocotiers, etc. (voyez les planches 6 et 7). Le vent alisé, très fort à la côte du nord, a coupé le Manchinil en forme d'escalier, et beaucoup de branches mortes se trouvent du côté de l'arbre exposé au vent (voyez la planche 7). Cette forêt de Manchinil ne forme qu'une mince bande d'à peu près 50 aunes, et derrière elle on trouve de belles plantations de cannes à sucre.

Plus loin, à l'ouest, la partie couverte de sable s'élargit, et l'on arrive à une grande et belle forêt de Cocotiers, parmi lesquels on voit par çi et par là se dresser le beau *Terminalia Catappa* avec son feuillage épais et le *Thespesia populnea* avec ses belles fleurs. Les deux arbres tirent tous deux leur origine des forêts qui se trouvent sur les rivages de l'Asie. En outre, on rencontre ici le *Coccoloba* et le Manchinil. Le sol n'est pas couvert d'une végétation très riche. Il n'y a qu'aux places mieux éclairées qu'on voit des taches isolées, couvertes de quelques-unes des plantes de la formation de *pes-capræ* ou bien de Graminées, par exemple le *Cynodon Dactylon*, le *Sporobolus* et d'autres encore. Ces plantes poussent généralement au dehors de la forêt, c'est-à-dire sur les plages littorales. Là encore se trouvent de grandes formations de *Sesuvium portulacastrum*, entremêlées du *Philoxerus vermiculatus*, de *l'Ipomæa pes-capræ* de quelques Graminées et encore d'autres. De temps en temps, on voit les *Guilandina*, belles plantes, à épines nombreuses, courbées en arrière. A l'aide de celles-ci, ces plantes s'accrochent aux arbres et aux arbrisseaux avoisinants et rendent la forêt tout-à-fait impénétrable.

Il y a aussi certains arbustes, par exemple le *Turnera ulmifolia*, le *Corchorus hirsutus*, le *Clerodendron aculeatum*, le *Melochia tomentosa* et des espèces du genre *Croton*, mais ils sont tous, excepté peut-être le *Turnera*, à ranger parmi les plantes des bocages. Dans les forêts littorales, on remarque souvent sur les troncs des Cocotiers des taches, couleur de brique, dues à une espèce du genre *Trentepohlia*. De plus, on voit pousser sur les troncs des Cocotiers et des autres arbres certains Lichens, par exemple des *Graphis* et des *Lecidea* (voyez la liste à la fin de ce mémoire). Si l'on ne compte pas ces plantes, les épiphytes manquent absolument et dans le sol sablonneux il ne pousse ni Fougères, ni Lichens, quoiqu'il y ait des places très bien ombragées.

Si l'on va plus à l'ouest, il n'y a plus de Cocotiers; la route s'en va vers la mer et vous mène dans le sable de corail, mou et brillant (voyez la planche 5). Dans ce sable poussent par ci et par là des plantes caractéristiques de la formation de *pes-capræ*, ainsi que l'*Euphorbia buxifolia*, le *Cakile æqualis*, le *Stenotaphrum americanum*, l'*Ipomæa pes-capræ*, etc. Derrière cette végétation plus basse, composée surtout de plantes herbacées, on rencontre un large terrain, couvert de bosquets où l'on va retrouver bien des arbustes qui caractérisent les terrains sablonneux. Le *Tournefortia gnaphalodes*, tout argenté, à feuilles grasses et brillantes, attire tout de suite l'attention des passants (planche 5). A juger de l'apparence, c'est l'arbuste parmi tous ceux qu'on rencontre ici, le mieux fait pour endurer la vive transpiration, due au soleil brûlant et au vent fort et desséchant. Ici on le voit, comme un assez grand arbuste, atteignant la hauteur d'un homme, mais aux places bien exposées la la plante est plus basse, mais aussi plus robuste, et offre, pour ainsi dire, l'aspect d'une haie taillée artificiellement. Vus à quelque distance ces bocages formés de *Tournefortia* vous donnent facilement l'idée de nos bosquets d'*Hippophae* des bancs de sable de la côte du Jutland. Parmi d'autres arbustes on remarque ici le *Suriana maritima* à fleurs jaunes et à feuilles mates d'un vert-foncé, l'*Ernodea littoralis*, le *Borrichia arborescens* à fleurs jaunes et à feuilles quelquefois brillantes et argentées, et ensuite le *Jacquinia armillaris* qui diffère des arbrisseaux que je viens de nommer par ses feuilles, plus larges et d'un vert clair. Plus éloigné de la côte on trouve le *Coccoloba*, qui vit comme un arbuste très bas, et ensuite la végétation change en bocages de *Croton*.

A Smith's Bay, à la pointe est de St-Thomas, une semblable localité a été visitée. Ce lieu était très exposé à la bise, et la végétation en portait aussi une marque évidente. Au plus près de la mer il y avait une bande étroite, composée par les plantes de la formation du *pes-capræ*. A la limite près de la mer, grimpait une petite Graminée, le *Dactyloctenium ægyptiacum* β *pumila*, de plus le *Cakile*, l'*Ipomæa*, l'*Euphorbia*, le *Canavallia*, etc. Derrière cette bande extérieure, commençait généralement une zone couverte de différents arbustes; ainsi on y voyait le *Borrichia arborescens*, l'*Ernodea* *littoralis*, le *Jacquinia armillaris* et le *Bontia daphnoides*, offrant l'aspect de petits arbres (atteignant à peu près la hauteur de l'homme), et ensuite le *Coccoloba* en petits arbustes très bas.

En regardant ces bosquets, à quelque distance de la mer, l'on voyait que la végétation était, pour ainsi dire, affilée par le vent et qu'elle montait en pente douce de la mer vers l'intérieur de l'île. Là un bocage bien haut, formé d'Acacia et de Croton, prenait la place des plantes des bords sablonneux.

J'ajouterai à la flore de ces côtes une chose que je dois à feu Holger Lassen. Il écrit dans son journal : « Tout près du village de Frederiksted, au nord de la forteresse, les bords sont couverts de sable et montrent une flore bien caractéristique. Parmi ces plantes se remarquait surtout l'*Opuntia* qui est muni d'épines jaunes et de larges articles. Je ne me rappelle pas l'avoir vu auparavant à un tel lieu, et jamais je ne l'ai vu aussi grand dans le sable littoral. » M. Lassen dit encore : « Cet *Opuntia* pousse ainsi sur les rochers, les plaines salifères (les lagunes au sud de l'île) et les côtes sablonneuses. » Pendant son voyage de 1891 à 1892, M. Warming se souvient d'avoir vu pousser dans des terres salifères des *Cereus* et des *Opuntia*. Ainsi le *Cereus* vivait à Porto-Rico, tout entouré de *Batis*.

(*A suivre*).

NOTE DE TÉRATOLOGIE VÉGÉTALE

par **M. H. FOCKEU.**

Les photographies qui accompagnent cette courte note sont la reproduction de trois échantillons qui sont conservés au Musée d'Histoire naturelle de la Faculé de Médecine de Lille. Ils représentent sur une même plante, l'Asperge, trois phénomènes tératologiques indépendants de toute intervention mécanique ou vitale : *la dichotomie, la torsion, la fasciation.*

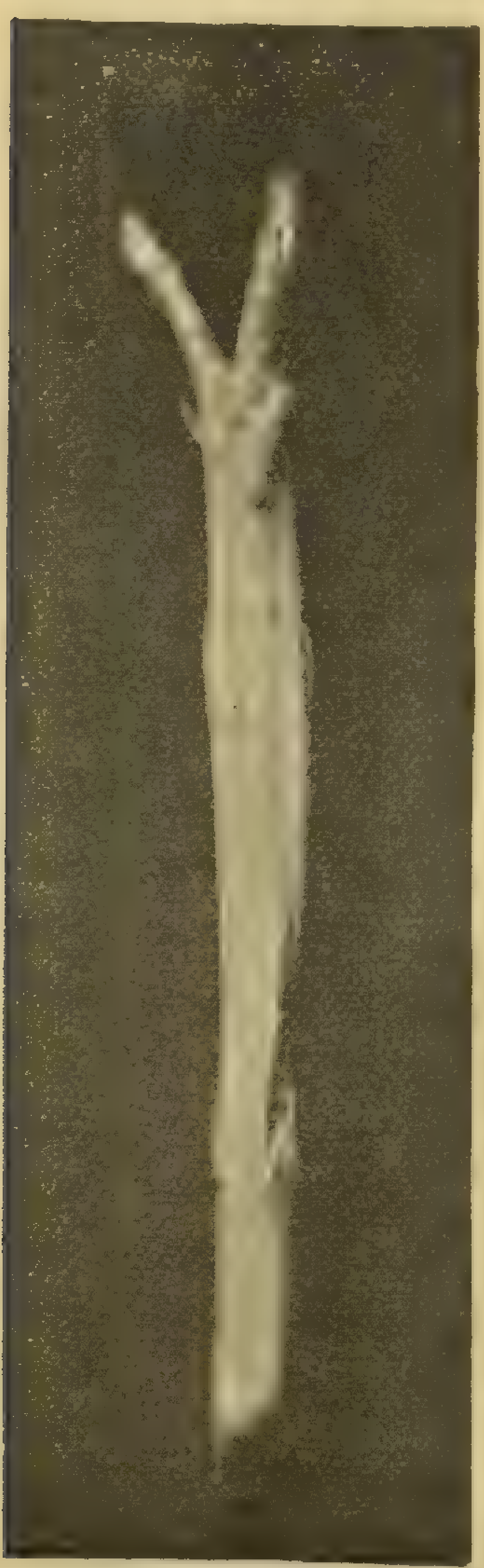


Fig. 45.

1° DICHOTOMIE.

On sait que la ramification de la tige s'opère de deux manières différentes suivant que les membres prennent naissance sur les flancs ou au sommet du tronc. Dans le premier cas la ramification est dite *latérale*, dans le second elle est *terminale.*

La ramification latérale est de beaucoup la plus fréquente parmi les espèces végétales.

La ramification terminale, plus rare chez les Phanérogames (où elle n'est citée que comme exception), s'observe assez fréquemment chez les Thallophytes, notamment dans les Algues, chez les Muscinées, chez les Hépatiques inférieures. Parmi les Cryptogames vasculaires, elle se montre dans les feuilles de Fougères, mais elle est surtout fréquente dans la classe des Lycopodiacées à tel point que certains auteurs ont dénommé cette classe les *Dichotomes.*

L'Asperge (*Asparagus officinalis*), comme la plupart des Phanérogames Monocotylédones, présente normalement une ramification latérale. Au commencement de l'été se détachent du rhizôme, des rameaux aériens d'une seule venue, appelés *turions*, qui constituent la partie comestible de la plante.

L'échantillon qui fait l'objet de cette note (fig. 45) est un turion jeune, long de 15 centimètres, légèrement aplati suivant un diamètre de 12 millimètres. Son extrémité est bifurquée et porte ainsi deux rameaux secondaires laissant entre eux un angle de 45°. Chacun de ces rameaux, long de 2 centimètres, se termine par un bourgeon feuillu. Ils sont tous deux de même volume et de même importance; leur réunion forme, au total, à peu près le calibre du rameau dont ils proviennent.

Il est évident que, par suite d'une cause *inconnue*, le bourgeon primaire qui terminait le rameau aérien s'est dédoublé à un certain moment en deux bourgeons secondaires d'égale importance et qui ont fourni chacun un rameau *secondaire* : la réunion de ces deux rameaux donne à l'échantillon son aspect dichotome. Il ne m'a été permis d'étudier cette anomalie qu'au point de vue morphologique; l'anatomie seule pourrait nous renseigner sur la valeur réelle de cette hypothèse.

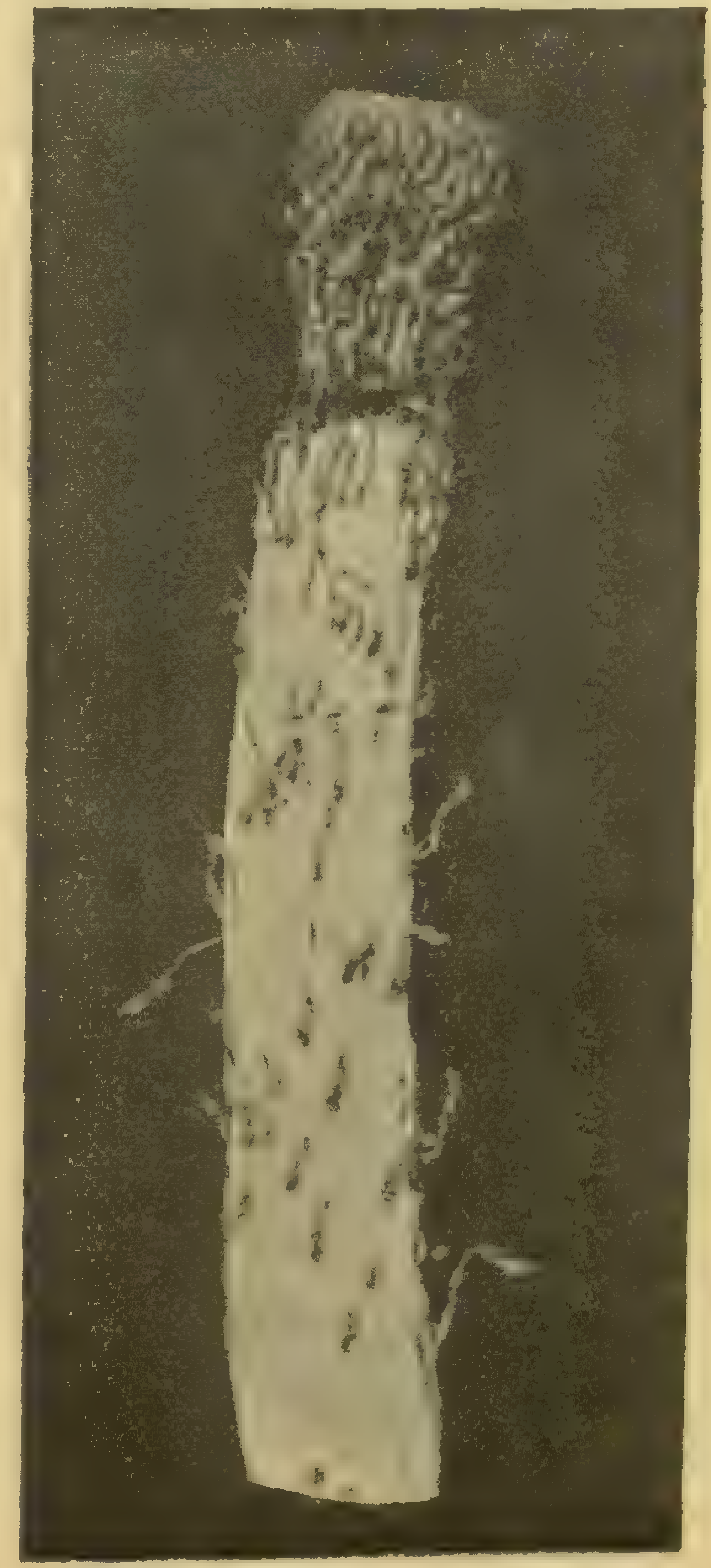


Fig. 46.

2° FASCIATION.

Le second échantillon, reproduit dans la fig. 46, représente une *fasciation* de turion d'Asperge. Cette anomalie, qui résulte de la soudure de plusieurs rameaux issus d'une même souche, est beaucoup plus fréquente que la première et s'observe très souvent chez les plantes herbacées.

La *fascie* de notre musée est curieuse à un double point de vue. D'abord elle atteint une longueur colossale tout en restant relativement mince (La figure 46 ne représente que le 1/4 de l'échantillon). Sa surface présente, en outre, une série de dépressions et de côtes longitudinales toutes parallèles les unes aux autres. De distance en distance, il s'en détache des rameaux grêles terminés chacun par un petit bourgeon feuillu ; ce sont des rameaux constituant la fascie qui reprennent leur indépendance. On retrouve, à l'extrémité de la fascie, les autres rameaux composants qui sont restés réunis jusqu'alors et qui se dissocient en ce point pour former une sorte de houppe aplatie.

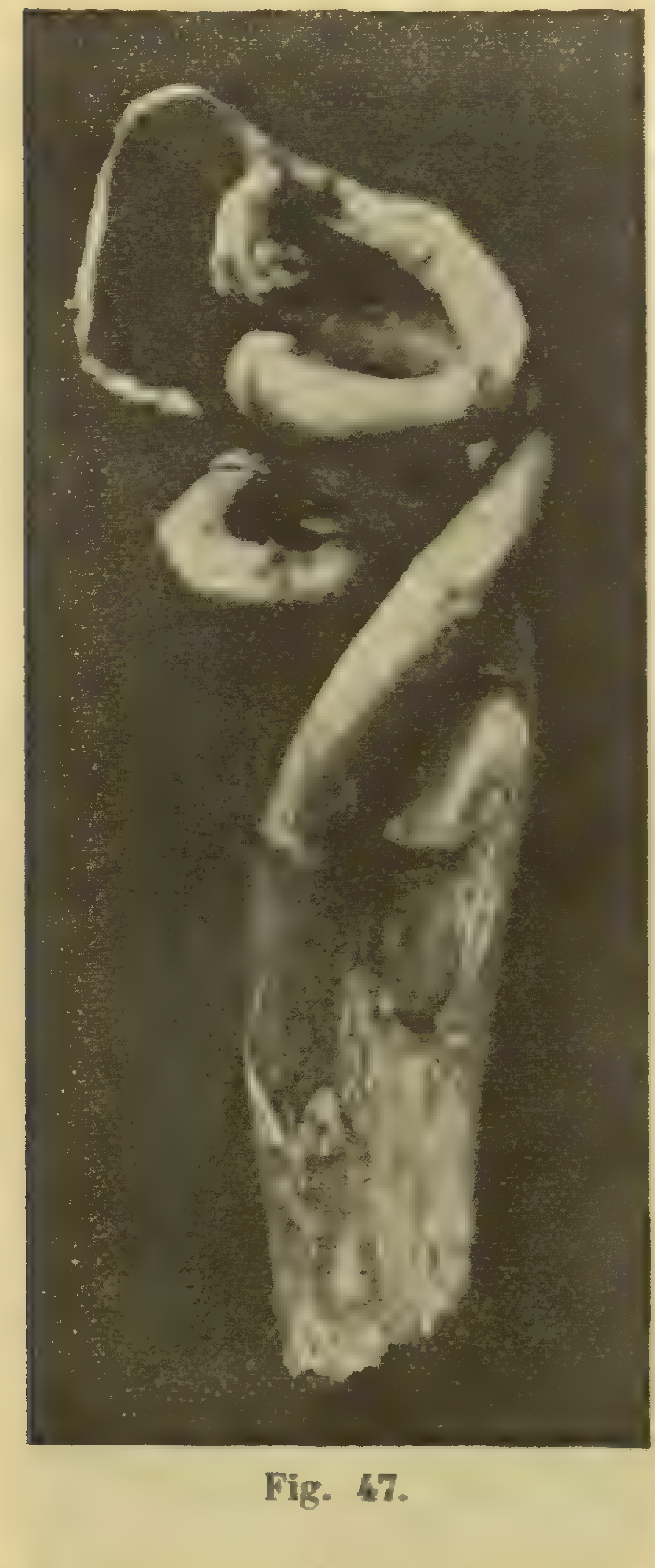


Fig. 47.

3° Fasciation, dichotomie et torsion.

La 3e photographie (fig. 47) représente un échantillon qui résume les deux anomalies précédentes et se complique d'un phénomène de torsion.

La base du rameau résulte de la soudure ou de la fasciation de deux turions qui ont conservé, au point de vue anatomique, une certaine indépendance, ainsi que j'ai pu en juger par l'examen de la section. A un niveau supérieur, le turion fascié se dichotomise et chacun de ces rameaux secondaires à peu près de même valeur s'enroule vers la gauche. L'un d'eux n'effectue qu'un seul tour de spire, l'autre tourne deux fois sur lui-même et émet, un peu avant son extrémité, une branche florifère grêle.

SUR

QUELQUES CARACTÈRES HISTOLOGIQUES DES CÉCIDIES

PRODUITES PAR L'*HETERODERA RADICICOLA* GREFF.

par M. **Marin MOLLIARD**

Les divers Nématodes qui vivent en parasites, au moins pendant une partie de leur existence, dans des tissus végétaux, se comportent de manières très variées vis-à-vis de ces tissus ; les altérations pathologiques qui résultent de leur présence peuvent être de simples désorganisations cellulaires ou bien les parasites de ce groupe peuvent déterminer l'apparition de tissus nouveaux, former de véritables galles. C'est ainsi que les Anguillules qui vivent dans les bulbes de Jacinthe (1) ou d'Oignon (2), produisent une transformation des tissus infestés consistant en la disparition de l'amidon et en un gonflement des parois de cellulose, dû à la transformation de cette substance en un mucilage ; on est en présence d'une simple dégénérescence de tissus existant antérieurement à la pénétration du parasite. Dans d'autres cas, tels que celui du *Tylenchus Millefolii* F. Löw (3), il y a prolifération cellulaire due à l'action du Nématode et formation de véritables galles dans les feuilles de l'*Achillea Millefolium.*

L'*Heterodera Schachtii* A. Schmidt, qui peut causer de grands ravages dans plusieurs cultures et particulièrement celles de la Betterave, pénètre dans les radicelles des plantes où elles vivent en parasites et y déterminent des renflements très visibles ; mais, bien qu'à ma connaissance l'étude histologique de ces régions renflées par le Nématode qui s'y développe n'ait pas été faite au point de vue botanique, et au simple examen des figures et des descriptions qui en ont été données (1) (2), les lésions produites par le parasite ne sont pas très intenses ; il vit dans le tissu cortical de la radicelle, le cylindre central et son tissu vasculaire ne semblant subir aucune transformation notable ; le renflement qui apparaît du fait de sa présence est dû presque uniquement à sa propre croissance. C'est une raison qui me semble plaider, abstraction faite de toute considération zoologique, contre la réunion de cette espèce à l'*Heterodera radicicola* Greff, réunion que proposent récemment Stone et Smith (3), avec quelque réserve d'ailleurs.

---

(1) Prillieux : *La maladie vermiculaire des Jacinthes* (Journ. de la Soc. nat. d'Horticulture. 3e Série, t. III. 1881).

(2) J. Chatin : *Recherches sar l'Anguillule de l'Oignon* (1884. 53 p., 2 Pl.)

(3) F. Löw : (Verhandl. d. zool. botan. Ver. Vienne, 1874).

Cette dernière espèce, qui vit également en parasite sur les racines d'un grand nombre de végétaux (Frank en compte jusqu'à plus de 50), y provoque en effet la formation de véritables galles dont Frank a fait l'étude anatomique, particulièrement chez le Trèfle, le Poirier et la Betterave ; il n'est nullement question dans cette étude de l'existence de cellules à noyaux très nombreux dont MM. Vuillemin et Legrain (4) ont signalé l'existence dans les cécidies produites par le même parasite chez de nombreuses plantes de culture du Sahara ; cette différence essentielle dans la structure histologique, portant sur des éléments pathologiques très intéressants, est-elle due à des conditions climatériques différentes ou à des espèces différentes de parasites ou enfin à la nature spécifique des plantes hôtes ; c'est ce dont j'ai essayé de me rendre compte.

J'ai en effet, de mon côté, reçu communication (5) de plusieurs échantillons végétaux très fortement attaqués par l'*Heterodera radicicola*, et notamment de Melons, de *Coleus Verschaffelti* et de *Begonia Rex* ; cette dernière espèce végétale est, soit dit en passant, à ajouter à la liste déjà nombreuse de végétaux susceptibles de subir l'attaque de ce parasite ; ces plantes étaient cultivées à Montmorency (Seine-et-Oise), dans du terreau humide, et souffraient assez de la présence du parasite pour être arrêtées rapidement dans leur développement. L'objet du présent article réside uniquement dans l'étude histologique des galles ainsi produites ; on se reportera, pour tous les renseignements zoologiques, aux mémoires de Frank et de Stone et Smith indiqués plus haut. J'ai surtout considéré les cécidies du Melon et du *Coleus*, dont j'avais des échantillons plus nombreux et en meilleur état de conservation ; les matériaux ont été fixés au liquide de Flemming et colorés soit à la safranine, soit au violet de gentiane, soit par ces deux réactifs colorants à la fois.

---

(1) J. Chatin : *Recherches sur l'Anguillule de la Betterave* (Extr. du Bull. du Minist. de l'Agricult. 1891).

(2) Frank : *Die Krankheiten der Pflanzen* (1896. 3^e vol., p. 19).

(3) G. E. Stone and. R. E. Smith : *Nematode worms* (Massachusetts Hatch Station. Bull. 55. 1899).

(4) Vuillemin et Legrain : *Symbiose de l'Heterodera radicicola avec les plantes cultivées au Sahara* (C. R. Acad. Sc. t. 118. 1894. p. 549).

(5) Que M. Flot veuille bien recevoir ici mes sincères remerciements pour l'envoi de ces échantillons.

MELON (Planche 16, fig. 1 à 8).

Les racines de Melon envahies par l'*Heterodera radicicola* présentent des renflements très nombreux, les uns très développés, irréguliers, déformant les grosses racines (fig. 1, G) et contenant à leur intérieur de nombreux parasites, les autres situées vers l'extrémité de jeunes radicelles (fig. 1. g_1, g_2, g_3) et apparaissent sous la forme de renflements fusiformes très réguliers ; ces derniers correspondent à des stades jeunes de cécidies ; on retrouve dans ces deux formations la même structure histologique, mais le développement de celle-ci doit être recherché dans les jeunes radicelles.

Le Nématode, comme l'a montré Frank, pénètre dans les radicelles et vient occuper une région à peu près axiale de l'organe, dans le méristème terminal ; suivant que le parasite s'établit à quelque distance du point végétatif ou que ce dernier se trouve intéressé par l'*Heterodera*, la radicelle peut continuer à s'accroître à sa partie terminale d'une manière normale (fig. 1, g_1, g_2) ou sa croissance est arrêtée ; dans ce dernier cas il naît, sur les côtés du renflement gallaire qui apparaît bientôt, une ou plusieurs radicelles (fig. 1, g_3).

La présence du parasite a pour effet de déterminer un accroissement notable dans le volume des cellules de toutes les régions, leur nombre n'augmentant pas tout d'abord d'une manière appréciable, et d'amener un changement très net dans la différenciation des tissus ; on aura une idée de cette déviation histologique en comparant les figures 2 et 3 de la planche 16 ; la figure 3 représente une coupe transversale d'une jeune galle, et la figure 2, celle de la même radicelle, dans la région qui se trouve immédiatement au-dessus de la cécidie, et qui offre une structure absolument normale.

Au stade de développement où nous considérons la racine dans sa partie saine, on observe dans le cylindre central 3 faisceaux de bois primaire (*b. p.*) et un vaisseau axial (*v. ax.*) ; le métaxylème est représenté par de gros vaisseaux qui se trouvent entre les faisceaux primaires. Dans la région attaquée par le Nématode, l'écorce est constituée par le même nombre d'assises de cellules

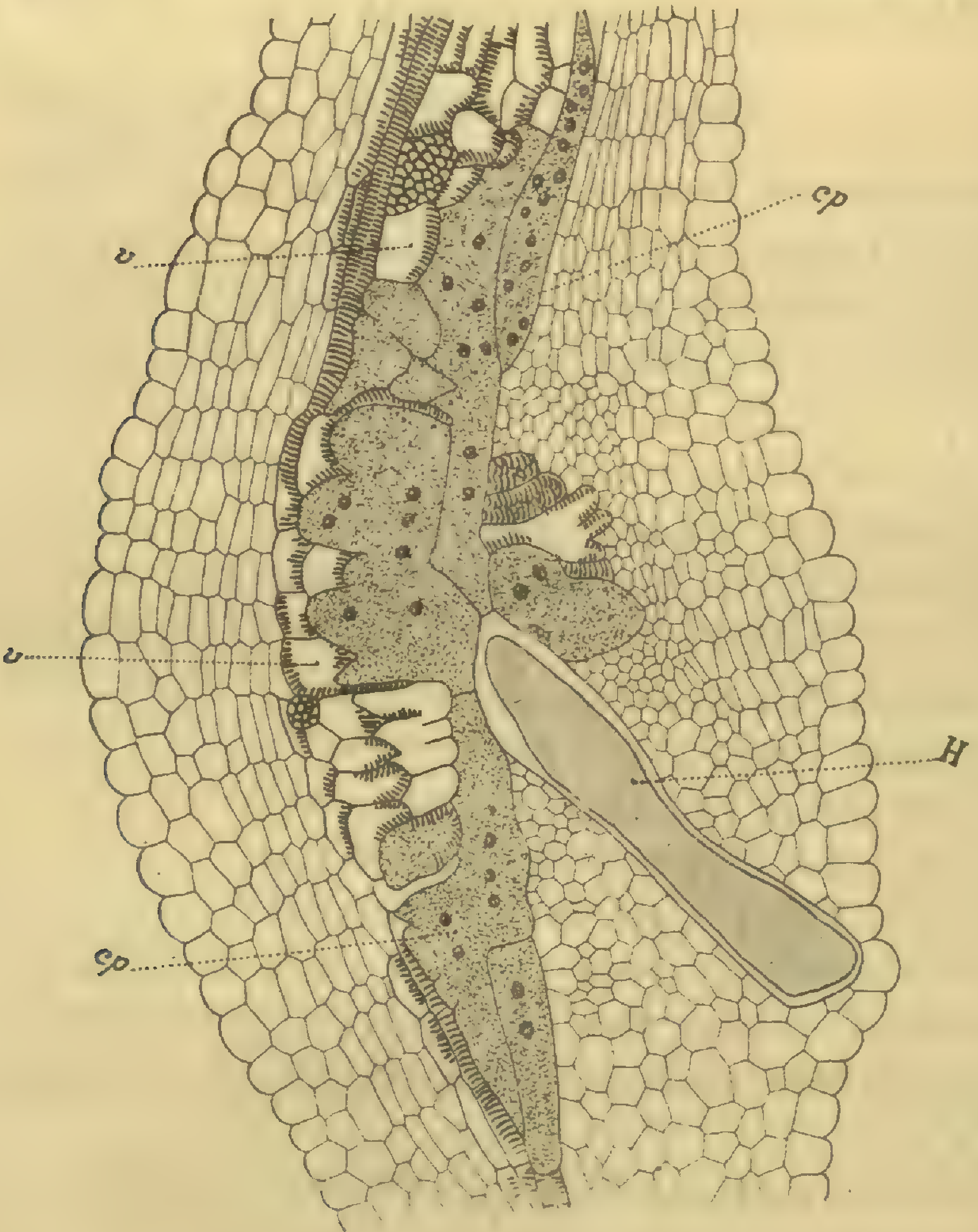


Fig. 48. — Coupe longitudinale d'une radicelle de Melon attaquée par l'*Heterodera radicicola ;* H, parasite ; *cp*, cellules multinucléées ; *v*, cellules vasculaires (G = 120).

que dans la région saine, mais ces cellules sont beaucoup plus grosses, et dans le cylindre central nous sommes en présence d'une structure toute nouvelle ; l'axe est occupé par des cellules géantes à protoplasma très dense et très granuleux, et présentant un grand nombre de noyaux ; ces cellules se colorent d'une manière intense par le rouge Congo ; lorsque le Nématode a acquis à peu près sa taille maxima et que la coupe transversale l'intéresse, on peut confondre, à un examen rapide et pratiqué sur une coupe faite à la main et non colorée, le parasite avec une de ces grosses cellules ; le parasite s'en distingue de suite si on colore au bleu d'aniline en solution aqueuse qu'il est seul à fixer.

De place en place et dans des régions qui correspondent aux trois faisceaux ligneux primaires, ces cellules multinucléées se trouvent bordées par des cellules de dimensions comparables à celles du parenchyme central, mais qui présentent des épaississements lignifiés ; ce sont des cellules vasculaires (*c. v.*), et le nombre des plages suivant lesquelles elles apparaissent est précisément celui des faisceaux primaires.

Une coupe longitudinale pratiquée dans une galle semblable (fig. 48) nous montre en effet que ce tissu vasculaire est la continuation de celui qui existe dans la région saine de la racine et qu'il en est ainsi également par les cellules plurinucléées. C'est toujours à partir de la région céphalique du parasite, que s'effectue la transformation histologique qui nous occupe, et elle s'étend à partir du Nématode, à la fois vers le haut et vers le bas de la racine, tout en restant le plus développée au niveau du parasite ; on peut trouver toutes les transitions entre les cellules vasculaires (*v.*) qui restent fermées et courtes et ne sont que des vaisseaux qui n'ont pas subi d'allongement, mais s'étant par contre développés dans le sens radial, et les cellules plurinucléées (*c.p.*) dont les diamètres transversal et longitudinal sont tous deux considérables.

Les cellules vasculaires de la périphérie offrent au début un protoplasma dense et granuleux semblable à celui des cellules plurinucléées, mais ne présentent qu'un seul noyau ; le protoplasma, d'abord homogène, ne tarde pas à se disposer à la périphérie en un réseau (Pl. 6, fig. 5. *pr*) à mailles claires (*v*), et c'est au niveau de ces épaississements protoplasmiques que la membrane cellulosique va s'épaissir, pour se lignifier ensuite (fig. 6. *ép*) ; nous avons ici un nouvel exemple très net de la relation qui existe entre l'accroissement de la membrane et la disposition du protoplasma.

Plus à l'intérieur nous trouvons des cellules pourvues d'un ou de plusieurs noyaux, qui présentent des cloisonnements incomplets (fig. 4, *cl*) et ne possèdent pas d'épaississements lignifiés, et enfin les cellules géantes dont le nombre de noyaux peut aller jusqu'à trente environ, et dont la forme est très variable. Le noyau d'une cellule saine (fig. 7) mesure environ 6 : 4 μ ; il est de forme ellipsoïdale et présente un nucléole très net ; les noyaux des cellules géantes sont beaucoup plus gros, ils peuvent mesurer par exemple 16 : 12 μ, et surtout offrent des formes très variées ; ils présentent souvent des étranglements correspondant à une fragmentation (fig. 8. *e*, *f*, *h*) ; le nombre des nucléoles est de 1, 2, 3 ou 4, et chacun d'eux devient plus gros, même d'une manière relative, que le nucléole des noyaux normaux (fig. 8. *f g*) ; la chromatine, au lieu d'être régulièrement distribuée se condense souvent en certaines régions. Généralement les noyaux provenant d'une fragmentation d'un noyau initial s'écartent les uns des autres ; mais dans quelques cas ils restent accolés et il n'est pas rare de trouver des masses nucléaires mamelonnées formées par la réunion de 5 ou 6 noyaux.

Dans des cellules plus âgées que les précédentes, où le protoplasma apparaît avec une structure réticulée très nette, les noyaux présentent un phénomène de dégénérescence qui se traduit par la disparition du contour nucléaire et la diffusion irrégulière de la chromatine dans le cytoplasma ; à ce stade le nucléole est très gros et entouré par une zone hyaline très nette (fig. 8. *l*) ; le noyau *k* de la figure 8, provenant de la même cellule que le précédent, est au début de cette dégénérescence ; la membrane nucléaire, dans la région voisine du nucléole, se ride et il se forme des sortes de plissements disposés suivant les filaments du réseau cytoplasmique attenant au noyau ; ce phénomène est-il dû à l'action du liquide fixateur ? cela est possible, mais dans ce cas le noyau, au stade considéré de la cellule, ne présente plus vis-à-vis de ce liquide la même réaction que les noyaux des cellules plus jeunes, ce qui correspond de toute manière à une modification dans ses propriétés, au moment où va se produire la désorganisation nucléaire que nous venons de signaler.

Le sort ultérieur des grandes cellules multinucléées est très analogue à celui des mêmes cellules que nous allons rencontrer dans la galle du *Coleus*, avec cette différence qu'elles contribueront beaucoup plus que chez le *Coleus*, par leur cloisonnement irrégulier, à la formation de nouvelles cellules vasculaires.

Coleus (Planche 16, fig. 9 à 13).

Les galles développées aux dépens des racines de *Coleus* ont sensiblement le même aspect, elles peuvent atteindre une taille plus considérable, et si on examine les jeunes galles développées sur les radicelles, on leur reconnaît des caractères histologiques très comparables ; il se forme également autour du Nématode (fig. 9. H) des cellules géantes à nombreux noyaux (*c. p.*) ; elles sont seulement plus localisées autour du parasite et s'étendent moins loin dans le sens de la longueur de l'organe parasité ; le nombre des noyaux peut y être encore plus considérable que dans l'espèce précédente ; on peut en compter jusqu'à 200 environ. On retrouve autour d'elles des plages de cellules vasculaires (*c. v.*) courtes qui établissent la continuité vasculaire entre la partie inférieure et la partie supérieure saines de la racine.

Les noyaux des cellules multinucléées présentent les mêmes phénomènes d'augmentation dans le nombre des nucléoles et de fragmentation que celles du Melon, mais peuvent s'en distinguer par une taille beaucoup plus grande ; alors que certains de ces noyaux (fig. 10 et fig. 11. *b*, *c*) ne diffèrent pas sensiblement sous ce rapport des noyaux normaux (fig. 11, *a*), ceux de certaines cellules atteignent un diamètre dix fois plus considérable (fig. 12 et fig. 13, *a* et *b*) ; dans ces noyaux, où apparaît avec évidence une structure réticulée (fig. 12) semblable à celle du cytoplasma (fig. 10), les nucléoles acquièrent aussi un volume remarquable, et la zone claire qui les entoure apparaît avec une grande netteté ; dans le noyau représenté dans la fig. 13 (*a*), on est en présence d'une augmentation particulièrement intense dans le nombre des nucléoles.

Le Nématode emprisonné dans ces cellules multinucléées peut facilement s'accroître aux dépens de celles-ci, qui ne lui offrent pas une grande résistance à cause de la nature de leurs parois peu épaisses et nullement lignifiées ; ces cellules font donc place peu à peu au Nématode, à qui elles ménagent en quelque sorte un espace où il pourra facilement se développer en même temps qu'elles lui fournissent des matériaux alimentaires ; pendant cette disparition progressive des cellules géantes, il se développe autour d'elles un massif de plus en plus compact de cellules vasculaires, de sorte qu'au moment où le parasite a atteint sa taille définitive, les cellules géantes ont disparu et que le Nématode est entouré par un tissu sclérifié.

Ce dernier tissu semble donc chez le *Coleus* se développer d'une manière un peu différente de ce qui se passe chez le Melon ; elles proviennent en effet entièrement des cellules de parenchyme entourant les cellules plurinucléées alors que chez le Melon elles proviennent aussi du cloisonnement d'une partie des cellules géantes.

Nous avons donc retrouvé chez le Melon, le *Coleus Verschaffelti*, ainsi que chez le *Begonia Rex*, où les phénomènes sont très comparables à ceux que nous venons de signaler chez le *Coleus*, l'existence des cellules particulières signalées par MM. Vuillemin et Legrain dans le *Beta vulgaris*, l'*Apium graveolens*, le *Solanum Melongena*, le *Lycopersicum esculentum*, l'*Allium Cepa*, le Navet et la Carotte, cultivées au Sahara. C'est donc bien une action générale due à l'*Heterodera* et indépendante du climat et de la nature spécifique de l'hôte; on peut alors s'étonner que Frank ne parle pas de l'existence de ces cellules dans les racines de Trèfle, de Poirier, de Betterave attaquées par le même parasite; il est permis de supposer, à l'examen des figures qu'il donne des coupes transversales de ces cécidies, que les cellules multinucléées lui ont échappé et qu'il les a peut-être prises pour des Nématodes dont elles ont à peu près le diamètre transversal au stade de développement figuré par cet auteur.

Le rôle de ces cellules semble facile à comprendre ; ce sont avant tout des cellules nourricières du parasite, et leurs caractères morphologiques sont tout à fait comparables à ceux que présentent les cellules hypertrophiées sous l'action de parasites appartenant à plusieurs autres groupes zoologiques (1), particulièrement celles qui subissent l'action de divers Phytoptides ; j'ai eu l'occasion de les comparer à ce point de vue aux cellules de l'assise nourricière des étamines, et il est très probable que le phénomène intime déterminant la formation de ces différentes sortes de cellules nutritives est le même de la part des parasites ou des cellules mères des grains de pollen. D'autre part le tissu vasculaire semble se prêter particulièrement bien à cette déviation histologique ; on connait

(1) Molliard : *Hypertrophie parasitaire des cellules végétales* (Rev. gén. de Bot. IX, 1897, p. 33).

l'existence de cellules vasculaires normalement multinucléées, et celles qu'ont étudiées Pirotta et Buscalioni (1) dans les Dioscorées, présentent des phénomènes très comparables à ceux que nous venons de rapporter : même fragmentation nucléaire, même multiplication des nucléoles, et aussi (voir la figure 16 de la Pl. XI du mémoire) même dégénérescence nucléaire que celle que nous avons représentée par la figure 8 (*l*).

EXPLICATION DE LA PLANCHE 16.

Fig. 1-8 : *Melon*.

Fig. 1. — Galles produites sur une racine de Melon par l'*Heterodera radicicola* ; *G*, galles âgées sur une grosse racine ; g_1, g_2, g_3, jeunes galles sur de petits radicelles (grandeur naturelle).

Fig. 2. — Coupe transversale d'une radicelle de Melon pratiquée au-dessus d'une galle telle que g_1 ; *b. p.* bois primaire ; *v. ax.* vaisseau ligneux axial ($G = 300$).

Fig. 3. — Coupe transversale d'une jeune galle telle que g_1 ; *c. p.* cellules géantes mutinucléées ; *c. v.* cellules vasculaires ($G = 300$).

Fig. 4. — *c. v.* cellules vasculaires à droite desquelles se trouvent des cellules multinucléées à cloison incomplète *cl.* ($G = 640$).

Fig. 5 et 6. — Fig. 5 : cellule à protoplasma disposé en un réseau *pr.* délimitant des mailles *v.*, état jeune d'une cellule vasculaire (fig. 6) dont les épaississements lignifiés *ép.* correspondent au réseau protoplasmique de la cellule précédente ($G = 640$).

Fig. 7. — Cellule corticale d'une racine saine ($G = 640$).

Fig. 8. — *a, b, c, d, e, f, g, h, k, l*, différentes formes des noyaux des cellules multinucléées ; noyau dont le contour n'est plus net et offrant une diffusion de la chromatine à l'extérieur du noyau ($G = 640$).

Fig. 9-13 : *Coleus Verschaffelti*.

Fig. 9. — Coupe transversale d'une région gallaire où on observe le Nématode *H* entouré complètement par des cellules géantes multinucléées *c. p.* ; *c. v.* cellules vasculaires ($G = 150$).

Fig. 10. — Portion d'une cellule multinucléée à un plus fort grossissement ; le protoplasma offre une structure réticulaire très nette ($G = 640$).

Fig. 11-13. — Divers noyaux des cellules multinucléées ($G = 640$).

(Travail du Laboratoire de Botanique de la Faculté des
Sciences de Paris, dirigé par M. G. Bonnier).

---

(1) R. Pirotta et L. Buscalioni : *Sulla presenza di elementi vascolari multinucleati nelle Dioscoreacee* (Ann. del R. Ist. Bot. di Roma. Vol. VII. 1898).

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE

PUBLIÉS PENDANT LES ANNÉES 1894-1899 *(Suite)*

La Flore de la Tunisie a été l'objet d'une étude supérieurement faite par MM. Bonnet et Barratte (1). Ce livre fait partie des publications de la Mission scientifique organisée en 1883 sous la présidence de M. Cosson. On trouvera l'historique de cette mission dans la préface écrite par M. Doumet-Adanson. Cette préface donne, en outre, un aperçu de la géographie, de l'orographie, de la géologie, de la climatologie et de la géographie botanique de la Tunisie. Je n'analyserai ici que cette dernière partie, qui n'est d'ailleurs qu'un résumé d'une étude très complète publiée par M. Bonnet sur le même sujet et avec beaucoup plus de détails dans le *Journal de Botanique*.

La Tunisie s'étend du 37° 20” au 32° 20” lat. N. et du 5°40” au 9° 12” long. E. du méridien de Paris ; sa longueur du nord au sud est d'environ 500 kil. et sa largeur de 322 kil. ; sa superficie est donc à peu près de 132.000 kil. carrés : c'est un peu moins du tiers de l'Algérie. La partie de la côte orientale qui s'étend depuis Hammamet jusqu'aux environs de Sfax porte le nom de Sahel ; cette région confine au Sahara dans sa partie méridionale ; les trois zones qu'on reconnaît distinctement sur le territoire algérien ne sont donc plus aussi définies en Tunisie, puisque la zone des Hauts-Plateaux, intermédiaire à la zone méditerranéenne et à la zone saharienne en Algérie, manque dans l'ouest de la Régence.

La partie de la Tunisie où la végétation est réellement luxuriante et variée, est la partie septentrionale (Kroumirie et région des Hauts-Plateaux) ; c'est là que le sol et l'atmosphère sont le mieux partagés en humidité ; c'est là aussi que l'on rencontre de véritables forêts, où dominent le Chêne Zen et le Chêne Liège. Ailleurs la végétation est rabougrie et constitue une broussaille où dominent les Lentisques, *Phillyrea*, Genévriers, Genêts épineux, etc. ; les arbres y sont rares ; on ne compte guère parmi eux que le Pin d'Alep et le Chêne vert, ou, dans les vallées fraîches, le Peuplier, l'Aune et le Frêne, ou, vers la frontière, le Houx, qui y atteint des dimensions considérables, ou bien encore, sur différents points, le Gommier (*Acacia tortilis* Hayne).

---

(1) Bonnet et Barratte : *Catalogue des plantes vasculaires de la Tunisie, avec préface par M. Doumet-Adanson.* Paris, 1896. — *Illustrations des espèces nouvelles, rares ou critiques de la Tunisie.* Paris, 1895. — Bonnet (E.) : *Note sur quelques plantes rares, nouvelles ou critiques de la Tunisie* (Journ. de Bot., VIII [1894], 9, 109, 135). *Géographie botanique de la Tunisie* (Journ. de Bot., IX [1895], 343, 349, 403, 409 ; X [1896], 65, 73, 112).

L'Olivier et le Caroubier sont répandus dans le Sahel. Le Dattier, dont la spontanéité est douteuse, se rencontre partout, mais sa véritable région ne commence qu'à la latitude de Gafsa, pour s'étendre jusque dans l'extrême sud. C'est dans cette contrée qu'il constitue ces luxuriantes oasis où l'on cultive presque tous nos arbres fruitiers et tous nos légumes.

Le tapis végétal offre une composition variée.

Dans les montagnes, les plaines et les vallées du Nord, il est formé par des espèces européennes ou algériennes, parmi lesquelles dominent les Composées, les Papilionacées et les Graminées. Dans les régions sèches dominent, au contraire, les *Aristida* et *Stipa*, ainsi qu'une foule d'espèces aux fleurs brillantes, qui disparaissent au printemps pour faire place à une herbe complètement desséchée. Plus au sud, suivant les localités, des espaces entiers ne sont recouverts que par une ou deux espèces telles que : *Rhanterium suaveolens* Desf., *Retama Retam* Desf., *Limoniastrum monopetalum* Boiss., *Anthyllis tragacanthoides* Desf., des Thyméléacées, des *Helianthemum*, etc. ; dans les dépressions imprégnées de sel se montrent des *Atriplex* et des Salsolacées ; le *Stipa tenacissima* couvre, en Tunisie, des espaces moins considérables qu'en Algérie.

Le catalogue de MM. Bonnet et Baratte comprend 1947 espèces ou variétés (1528 Dicotylédones, 384 Monocotylédones, 10 Conifères et 25 Cryptogames vasculaires), réparties en 697 genres et 111 familles.

Parmi ces familles, il n'y en a que trois qui comprennent chacune plus de deux cents espèces ; elles constituent, par leur réunion, 34,55 °/₀ de la flore de la Tunisie ; ce sont les Composées, les Légumineuses, et les Graminées. Les Crucifères, Ombellifères et Labiées comptent chacune un peu moins de cent espèces, et forment par leur ensemble 13,65 °/₀ de la flore totale. Quatre familles comptent de quarante à cinquante espèces chacune, et entrent dans la flore totale pour 9,30 °/₀ ; ce sont les Scrophulariacées, les Liliacées, les Borraginées et les Salsolacées. Cinq familles, constituant 9,20 °/₀ de la flore, comptent chacune de trente à quarante espèces : ce sont les Dianthacées, les Cypéracées, les Rubiacées, les Euphorbiacées et les Renonculacées. Six familles, comptant de vingt à trente espèces chacune, forment 7,45 °/₀ de la flore ; ce sont les Orchidées, les Géraniacées, les Cistacées, les Paronychiacées, les Alsinées et les Plumbaginées. Enfin dix-huit familles, comptant de dix à vingt espèces chacune, forment 13,78 °/₀. Le reste de la flore est réparti entre 62 familles comptant moins de dix espèces chacune.

La Tunisie possède en propre 28 espèces ; 1737 lui sont communes avec l'Algérie ; 133 sont particulières aux deux pays. La flore de l'Algérie présente sur celle de la Tunisie un excédent de mille espèces environ. Cela tient : à ce que l'étendue du premier de ces pays est trois fois plus grande que celle du second ; au voisinage du premier avec le Maroc, qui lui fournit un contingent considérable d'espèces qui ne s'avancent pas plus à l'est ; à la présence, en Algérie, de montagnes hautes de 2300 à 2400 mètres, et couvertes d'une véritable flore alpine, tandis qu'en Tunisie les montagnes les plus élevées ne dépassent pas une altitude de 1590 mètres. Les végétaux les plus saillants qui, pour ce dernier motif, manquent à la Tunisie, sont le *Cedrus Atlantica* Mann., et *Abies Babörensis* Coss., qui représentent en Algérie ce vaste groupe d'*Abies* à cônes dressés qui couvrent les montagnes de l'Europe, du nord de l'Afrique, du Liban, de l'Asie Mineure et du Caucase.

La Tunisie possède 591 espèces qui lui sont communes avec la Tripolitaine et la Cyrénaïque ; 600 environ avec l'Égypte et la Marmarique ; 1536 avec l'Espagne et le Maroc réunis ; 1347 avec l'Italie ; 1261 avec le bassin méditerranéen oriental. C'est donc avec l'Algérie que la Tunisie a le plus d'affinités botaniques ; les flores de l'une et de l'autre de ces régions sont essentiellement composées, quoique à des degrés inégaux, des deux mêmes éléments : le méditerranéen et le saharien.

Le plan de l'ouvrage de MM. Bonnet et Barratte est le même que celui du *Compendium Floræ atlanticæ* de Cosson ; les règles typographiques et d'orthographe des noms de plantes et de localités sont celles que ce savant auteur avait adoptées ; mais la classification, l'appréciation des genres et des espèces sont entièrement l'œuvre de MM. Bonnet et Barratte. Les diagnoses sont supprimées pour les espèces déjà connues ; pour ces dernières, les indications bibliographiques sont généralement limitées, en dehors de celles du créateur de l'espèce, et des auteurs de recueils faisant autorité, aux auteurs et aux ouvrages traitant de la flore barbaresque ou au moins méditerranéenne.

En parlant des ouvrages botaniques sur la Tunisie, on doit mentionner le mémoire de M. MURBECK (1), qui forme la première partie d'un catalogue raisonné des plantes recueillies par lui en Algérie et surtout en Tunisie. Cette énumération offre un certain nombre d'espèces nouvelles pour la Régence, et quelques espèces inédites.

Sur la flore de l'Algérie, il faut signaler la continuation de l'ouvrage de MM. BATTANDIER et TRABUT (2), utile vade-mecum aux botanistes qui recherchent les plantes de notre colonie.

3° EUROPE CENTRALE.

M. ASCHERSON (3), de Berlin, a commencé en 1896, d'abord à lui seul, puis en s'adjoignant la collaboration de M. Græbner, un Synopsis de la Flore de l'Europe centrale. Dans l'esprit des auteurs, cet ouvrage a pour but de compléter la flore classique, mais déjà ancienne, de Koch, et d'en étendre sensiblement les limites géographiques. La région que les auteurs ont considérée comprend non seulement les pays germaniques proprement dits et la Suisse, mais encore l'Autriche-Hongrie, la Bosnie, l'Herzégovine, la Pologne, les Pays-Bas, les Alpes françaises et le Montenegro.

---

(1) Sr. Murbeck : *Contribution à la connaissance de la Flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie. — I. Ranunculaceae-Cucurbitaceae.* — Lund. 1897 (in Act. reg. Soc. Phys. Lund., VIII [1867] avec pl. lith.

(2) Battandier et Trabut : *Flore de l'Algérie, contenant la description de toutes les plantes signalées jusqu'à ce jour comme spontanées en Algérie. — Monocotylédones.* Alger et Paris, 1895. — *Atlas de la Flore d'Algérie*, fasc. II, pl. 12-23. Alger et Paris, 1895.

(3) Ascherson und Græbner : *Synopsis der mitteleuropäischer Flora.* — Leipzig, 1897-98.

Au point de vue systématique, MM. Ascherson et Græbner ont adopté le plan des « Pflanzenfamilien » d'Engler et Prantl. Il est inutile d'insister sur ce point, mais il conviendra sans doute d'examiner comment les auteurs du *Synopsis floræ europeæ* envisagent l'espèce, et d'indiquer les divisions qu'ils y ont établies.

Dans la délimitation des espèces, ils ont voulu éviter à la fois un fractionnement exagéré, et une réunion contraire à l'ordre de la Nature. Sous le nom d'*espece collective*, les auteurs comprennent un groupe d'espèces étroitement alliées, qui ont été considérées anciennement comme des formes d'une même espèce, et qui peuvent encore passer pour telles. Ils nomment *sous-espèces* un groupe qui diffère des voisins par des caractères importants, tout en s'y rattachant par des intermédiaires qui rendent impossible la distinction de ces divers groupes. Les sous-espèces sont elles-mêmes divisées en races, les races en variétés, et les variétés en sous-variétés ; les formes aberrantes sont indiquées sous le nom de *lusus*. Dans chaque genre, les espèces sont réparties dichotomiquement, en groupes désignés successivement, suivant leur degré, par des lettres de l'alphabet romain majuscules, minuscules et italiques ; puis par celles de l'alphabet grec, et enfin par des chiffres romains et arabes. Chaque espèce porte un double numéro répondant à une double série : l'une comprenant l'ouvrage entier, l'autre restreinte au genre. Certaines espèces sont indiquées hors série parce qu'elles sont introduites. L'ouvrage, dont un volume et deux fascicules ont paru, commence aux Cryptogames vasculaires et en est actuellement au genre *Phleum* dans les Graminées. Le premier volume, consacré aux Cryptogames vasculaires, aux Gymnospermes et à une partie des Monocotylédones comprend les familles suivantes : Hymenophyllacées, Polypodiacées, Osmundacées, Ophioglossacées, Salviniacées, Marsiléacées, Equisetacées, Lycopodiacées, Selaginellacées, Isoétacées, Taxacées, Pinacées, Ephedracées Thyphacées, Sparhaniacées, Potamogetoniacées, Naiadacées, Juncaginacées, Alismatacées, Butomatacées, Hydrocharitacées, soit 21 familles, 58 genres et 161 espèces. Les deux premières livraisons du second volume comprennent la majeure partie des Graminées

Dans ce *Synopsis* la bibliographie est indiquée d'une manière aussi complète que possible, ainsi que les *exsiccata* importants et la distribution géographique en dehors de la région. Le côté historique y trouve également sa place.

En 1898-99 a paru, par les soins de M. Kohl, un vingt-troisième volume de l'importante publication commencée par L. et H. **Reichenbach** (1). Ce volume comprend les Onagracées, les Myriophyllacées, les Hippuridacées, les Cératophyllacées, les Lythracées, les Crassulacées, les Saxifragacées, les Adoxacées, les Grossulariacées et les Araliacées, et renferme 143 planches.

La géographie botanique de l'Europe centrale a été enrichie, par M. Pax, d'un important ouvrage (2), qui est le second de la série commencée par l'Étude de M. Willkomm sur la Flore d'Espagne. Le livre de M. Pax est le résultat, non seulement d'une étude complète des travaux parus sur la flore des Carpathes, mais encore de quinze années (1882-97) d'observations et d'explorations personnelles. Cet ouvrage comprendra deux volumes : l'un, dont il va être question ici, envisage la géographie botanique des Carpathes dans son ensemble ; le second aura pour but d'éclaircir les différents points de vue de géographie botanique suivant lesquels les divisions de cette région ont été délimitées et caractérisées : ce sera la géographie botanique spéciale de la région. Le lecteur trouvera sans doute inutile l'historique détaillé des explorations botaniques dont les Carpathes ont été l'objet ; d'autre part, ce serait sortir des limites de cette Revue que d'insister sur la partie géographique et géologique ; je laisserai donc le premier point de côté, et je ne dirai du second que ce qui est strictement nécessaire à l'intelligence de la partie botanique.

On sait que les Carpathes et les Alpes de la Transylvanie forment un grand arc de circonférence dont les deux extrémités touchent le Danube sur la rive gauche : l'une vers Presbourg, l'autre à l'étroit passage très connu sous le nom de « Portes de fer ». Cette chaîne de montagnes, dont la direction est, en partant de Presbourg, d'abord nord-est, puis, sur une grande longueur, sud-est, enfin est-ouest sur la portion qui forme les Alpes Transylvaines, limite donc au nord-est l'immense plaine arrosée par la Theiss et ses affluents. D'un côté, les Carpathes sont voisines des Alpes, dont elles ne sont séparées que par un court chaînon de collines brusquement abaissées ; de l'autre, elles sont rattachées à la chaîne des Balkans. Cette situation particulière, et cette orientation qui n'est ni celle des Alpes, ni celle des Pyrénées, font jouer aux Carpathes, ainsi qu'on le verra plus tard, un rôle intéressant dans la distribution des plantes européennes. Pour le moment, voyons avec M. Pax la division géographique des Carpathes et les différentes zones végétales qu'on peut établir sur leur étendue et à leurs diverses altitudes.

Géographiquement, on reconnaît trois grandes divisions dans les Carpathes : les Carpathes occidentales, qui s'étendent depuis Presbourg jusqu'au petit système montagneux d'où s'écoulent les rivières Hernád, Tarcza et Poprád, non loin du point où la chaîne prend la direction sud-est ; les Carpathes forestières (Waldkarpathen), qui vont de l'extrémité des Carpathes occidentales aux sources de la Theiss ; enfin les Alpes Transylvaines qui s'étendent de ce dernier point aux vallées de la Temes et de la Gerna.

---

(1) L. et H. G. Reichenbach : *Icones Floræ germanicæ et helveticæ*. Vol. XXIII (auctore F. G. Kohl). Gera, 1898-99.

(2) Engler und Drude : *Die vegetation der Erde*. — II. F. Pax : *Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen*. Vol. 1. — Leipzig, 1898.

Une partie importante de l'ouvrage de M. Pax traite de la façon dont les végétations arborescente, frutescente, et herbacée sont distribuées sur les basses montagnes, sur les hautes montagnes jusqu'à la limite des arbres, et dans la zone supérieure.

La végétation arborescente des basses montagnes se compose principalement d'espèces à feuillage caduc, celles à feuilles aciculaires y étant relativement rares. Les essences y sont généralement mélangées, et les forêts se composant uniquement de chênes ne sont pas très communes. Dans les forêts à essences mélangées, l'essence dominante est le Chêne, le *Q. sessiliflora* étant celui qui s'élève à la plus grande altitude. Aux Chênes sont associés les Ormes, les Charmes, les Érables, et, çà et là, les Tilleuls et les Peupliers. Certaines forêts (Auenwälder) s'étendent sur des terrains exposés à de fréquentes inondations : là se montrent principalement le Chêne pédonculé, l'Aune, le Frêne et les Saules. D'autres bois, enfin, couvrent des terrains tourbeux ou marécageux ; on y voit prédominer l'Aune.

En s'élevant dans les hautes montagnes jusqu'à la limite des arbres, on constate la grande prédomidance du Hêtre et des arbres à feuilles aciculaires. La limite supérieure du premier est à 1300 m. dans les Carpathes forestières, vers 1350 m. dans les Alpes transylvaines septentrionales, et vers 1500 m. dans le sud-ouest. L'*Abies alba* disparaît avant le Hêtre : vers 1100 m. dans les Carpathes forestières, et vers 1400 m. en Transylvanie. Quant au Sapin, il s'élève jusqu'à 1500 ou 1560 m. dans les Carpathes occidentales, jusqu'à 1600 ou 1700 m. dans les Alpes transylvaines septentrionales, et jusqu'à 1800 m. dans la Transylvanie méridionale.

La végétation des arbustes revêt, dans les basses montagnes, sa forme caractéristique avec le Genévrier, qui couvre de vastes espaces sur les pentes douces et sèches des Carpathes occidentales et se propage associé aux Cornouillers, Troënes, Épines-vinettes, etc. Dans les hautes montagnes on observe la formation dite des « Ruisseaux des forêts » (Waldbach formation) ; elle correspond dans cette région, à celle qui, dans la région inférieure, a été appelée « Auenwald formation ». Le long de ces ruisseaux jusqu'à la limite des arbres, croît en grandes quantités le *Struthiopteris germanica*. A cette altitude, le Hêtre prend la forme d'un arbuste rameux dépassant peu la taille d'un homme ; il croît en compagnie du *Salix silesiaca*, du *Sorbus Aucuparia*, et du *S. Aria*, caractéristiques des Carpathes occidentales. Avec les arbres disparaît aussi une intéressante plante herbacée à haute tige, le *Telekia speciosa*.

très abondante dans les Carpathes orientales et en Transylvanie, mais rare dans les Carpathes occidentales. Au-dessus de la limite des arbres apparaissent avec l'*Alnus viridis*, le *Juniperus nana*, le *Rhododendron myrtifolium* et le *Pinus Pumilio*. Cette dernière espèce, abondante dans les Beskides et les Carpathes centrales, disparaît à l'est du Tatra, pour ne se montrer, mais en petites masses seulement, qu'au sommet du Máramaros et des Alpes de Rodna, puis en plus grand nombre dans les Alpes transylvaines méridionales. Sa limite supérieure est entre 1330 et 1660 m. dans les Beskides, et entre 1850 et 2200, en Transylvanie ; le pacage tend considérablement à le faire disparaître.

La végétation herbacée présente dans les Carpathes des formations très variées.

Dans la région des collines, la plus importante et celle dite des pâturages, qui recouvrent les coteaux exposés au soleil. Riches en Composées et en Papilionacées, ces pâturages sont relativement pauvres en Graminées. On peut y constater un afflux de plantes de l'Europe sud-orientale, qui ne s'avancent pas au-delà des Carpathes occidentales : telles sont les *Linaria dalmatica*, *Linum nervosum*, *Centaurea trinervia*, etc. Les plantes des terrains calcaires sont celles qui donnent aux pâturages leur caractère distinctif. Quelques terrains salés cependant, surtout en Transylvanie, donnent asile à un certain nombre de plantes halophiles.

Si on quitte les pâturages pour pénétrer dans les prairies qui occupent le fond des vallées (Thalwiesen), la végétation change d'aspect. Elle n'a plus ces teintes variées que lui donnaient les Papilionacées et les Composées, mais elle prend une couleur plus uniforme à cause de la prédominance des Graminées. Dans ces prairies, ce n'est plus sur un sol calcaire que se développe la végétation qui leur imprime leur caractère fondamental, mais c'est sur un sol provenant de la décomposition des terrains primitifs et des grès des Carpathes. Sur certains points, ces prairies deviennent marécageuses et offrent alors de nombreuses espèces de Cypéracées, de Jancacées, de *Pedicularis* et d'autres.

Les plateaux sont occupés par les vastes étendues désignées sous le nom de « Puzta ». La végétation qui les recouvre est d'un gris uniforme, teinte due à la prédominance de végétaux à feuilles laineuses ou enroulées.

Les hautes montagnes présentent encore quelques pâturages, mais ces derniers sont généralement remplacés par des prairies entourées de bois (Waldwiesen). Comme dans les régions inférieures, ces prairies deviennent quelquefois marécageuses, mais ces hautes tourbières (Hochmoore), dont la population végétale est principalement constituée par les *Sphagnum*, les Cypéracées et les Joncacées, sont nombreuses, surtout dans les Carpathes occidentales; elles deviennent de plus en plus rares à mesure que l'on s'avance vers l'est, et avec elles certaines espèces telles que le *Primula farinosa* et le *Pedicularis Sceptrum*; quelques-unes même disparaissent, comme le *Ledum palustre*, et le *Salix myrtilloides*.

Au-dessus de la limite des arbres, le caractère des prairies se modifie; les unes présentent des Graminées à tige élevée, ou des Bruyères; elles sont limitées à la région alpine; les autres, désignées sous le nom de pelouses subalpines ou alpines (subalpinen, alpinen Matten), se distinguent des précédentes par un tapis végétal plus court. Les unes et les autres ont leurs espèces caractéristiques, et encore ces espèces ne sont-elles pas les mêmes dans les Carpathes occidentales, les Carpathes centrales ou les Alpes Transylvaines. Telles sont : les *Dianthus compactus*, *Scorzonera rosea*, *Viola declinata*, dans les pelouses subalpines des Carpathes orientales ; le *Delphinium oxysepalum*, spécial aux Carpathes centrales, où il croît dans le voisinage des ruisseaux, le *Bruckenthalia spiculifolia*, jolie Ericacée formant çà et là des colonies plus ou moins vastes. On ne saurait les citer ici, et l'ouvrage seul de M. Pax, qui entre à ce sujet dans des détails intéressants, donnera une idée de ces formations, comme de celles qui précèdent. L'auteur les a rangées parmi les *formations définies* ; d'autres qui, d'après lui, n'en sont le plus souvent que des dérivés, constituent les *formations indéfinies*. Ce sont principalement les formations des plantes rupicoles, ou vivant sur les cailloux roulés, les éboulis, ou dans les eaux de fonte. Ces formations possèdent un certain nombre de plantes caractéristiques ; telles sont, au-dessous de la limite des arbres, les *Gypsophila transylvanica*, *Saxifraga luteo-viridis*, *Saxifraga carpathica*, *Veronica Baumgarteni*.

Après ce tableau des différentes formations végétales des Carpathes, M. Pax consacre un court chapitre à l'influence de l'homme sur la végétation, influence qui se manifeste, d'un côté, par le tort qu'elle cause à la flore forestière, et par l'extension des plantes cultivées, et, d'un autre côté, par l'introduction volontaire ou involontaire de plantes étrangères.

Le déboisement a été la suite de l'extension donnée à la culture et au pâturage, ou de l'exploitation exagérée des forêts, dont les produits étaient hautement appréciés pour la construction ou pour le chauffage. Aussi a-t-il été pratiqué plus dans la région des collines que dans celle des hautes montagnes. Dans cette dernière région, en effet, il est difficile de lutter contre la vigueur de la végétation arborescente ; en outre, les forêts de Hêtres ne produisent pas un bois d'une grande valeur ; aussi ont-elles été moins dévastées que les forêts de Sapins. Au-dessus de la limite des arbres, le Pin nain ne se montre dans toute la force de sa végétation que dans les parties impropres au pâturage.

Quant aux plantes introduites volontairement ou involontairement par l'homme, elles constituent une *flore rudérale* qui atteint un développement assez considérable dans les régions subalpines où, sur certains points, elle tend à étouffer la végétation des pelouses.

Enfin. M. Pax donne un aperçu sommaire de l'extension des plantes cultivées : la vigne, dont la culture est généralement limitée à la région extérieure, remonte, dans les Alpes transylvaines, jusqu'à 350 m. ; la limite de la culture du blé est vers 600 m. dans les Carpathes occidentales, et vers 800 m. en Transylvanie.

Là se termine la partie biologique de l'ouvrage de M. Pax. La partie systématique est la plus intéressante.

L'auteur a cherché à établir, dans la région des Carpathes, des divisions botaniques ayant chacune leur flore particulière ; il a examiné quelles étaient, dans cette région, la position systématique et la distribution géographique des espèces endémiques ; enfin, il a étudié les affinités de la flore des Carpathes avec les flores étrangères et la flore paléontologique.

M. Pax a tracé, dans la région qui l'occupe, un réseau de courbes qui forment chacune la limite d'un plus ou moins grand nombre d'espèces ; ces courbes sont reproduites sur une carte spéciale, et l'auteur entre à ce sujet dans des détails qu'il serait trop long d'examiner ici. La plus importante, qui, non seulement sépare des régions botaniques, mais encore forme des divisions géologiques ou orographiques nettement définies, est celle qu'il a appelée « Kachau-Eperjes ». Cette ligne remonte, sur le versant hongrois, la vallée de la Laborcza, et descend, sur le versant gallicien, la vallée de l'Oslawa ; elle forme, d'une manière assez nette, la limite occidentale de beaucoup d'espèces, et la limite orientale d'un certain nombre d'autres, ces limites, pourtant, ne devant pas être considérées comme trop absolues. La région des Carpathes se trouve ainsi partagée en deux parties, occidentale et orientale, dans lesquelles M. Pax a tracé des courbes secondaires et établi des subdivisions naturelles qui ont chacune leurs formes endémiques. Ces dernières, beaucoup plus nombreuses dans la partie orientale que dans la partie occidentale, sont réparties par M. Pax, en trois catégories : 1° celles qui ont des affinités avec les formes de la région même ; 2° celles que leurs affinités rattachent à des formes étrangères ; 3° celles qui n'ont proprement d'affinité avec aucune autre espèce.

Il y a peu à insister sur les plantes de la première et de la troisième catégorie ; les unes sont, pour M. Pax, des dérivations ou variations relativement récentes d'espèces existant antérieurement dans la région ; les autres constituent les types les plus distinctifs de la flore, et les plus intéressants dans l'ensemble de la végétation européenne. Quant aux plantes de la seconde catégorie, elles ont permis à l'auteur, en les rapprochant d'espèces communes à la région des Carpathes et à des contrées étrangères, de reconnaître, dans la flore de la première, dix éléments divers :

1° *L'élément central-européen*, répandu à peu près également dans toute la région, avec cette restriction qu'un certain nombre d'espèces sont limitées à la partie orientale, ou à la partie occidentale.

2° *L'élément européo-sibérien*, qui, avec le premier, forme le fond de la flore

3° *L'élément boréal subarctique*, composé de plantes appartenant à la zone septentrionale tempérée ; cet élément se rencontre dans toutes les collines ou montagnes des Carpathes.

4° *L'élément boréal arctique*, limité aux hautes régions.

5° *L'élément alpin*, qui, naturellement, atteint son plus grand développement dans les régions élevées, et qui se compose d'espèces dont l'ensemble paraît avoir la chaîne des Alpes pour centre.

6° *L'élément sudète*, surtout prédominant dans les Carpathes occidentales, et dont peu de représentants s'avancent plus à l'est.

7° *L'élément méditerranéen*, qui ne s'observe guère qu'en Transylvanie.

8° *L'élément pontique*, assez saillant dans la partie orientale et surtout en Transylvanie, mais seulement dans les basses montagnes.

9° *L'élément dace* qui comprend les espèces du nord de la péninsule des Balkans ; il se rencontre à peu près dans les mêmes régions que le précédent, mais à toutes les altitudes.

10° *L'élément sibérien*, qui ne se trouve guère que dans la partie orientale ; il disparaît presque à l'ouest.

Le volume de M. Pax se termine par un aperçu de la botanique fossile dans les Carpathes. Il résulte des observations de l'auteur, que, pendant la période tertiaire, l'élément pontique devait déjà exister dans cette région, et qu'une période consécutive de refroidissement, a dû y introduire les éléments boréal-arctique, européo-sibérien et sibérien.

L'étude de la flore des Carpathes nous conduit tout naturellement à parler d'un ouvrage sur la flore de Roumanie (1). Au point de vue botanique ce pays appartient encore à l'Europe centrale, bien que touchant de près à la région méditerranéenne. Le livre de M. Grecescu n'est pas, à proprement parler, une flore de la Roumanie, puisqu'il n'y décrit guère que les espèces nouvelles, et que pour les autres, il se borne à indiquer les localités ; mais les considérations sur la géographie botanique y occupent une place importante ; aussi, nous y arrêterons-nous quelques moments.

L'auteur considère, sur le territoire roumain, trois zones végétales :

1° La zone alpine, 2° la zone forestière, 3° la zone des steppes.

La première s'étend sur les régions élevées du versant oriental et méridional des Alpes transylvaines, depuis une altitude variant de 1600 à 1800 m. jusqu'aux sommets. La seconde comprend les basses montagnes jusqu'à la limite inférieure de la zone alpine ; elle forme environ le quart de tout le territoire roumain. La troisième, analogue à la « Puzta » hongroise, s'étend sur la Valachie orientale, la basse Dobroudja et la basse Moldavie, et se rattache à la steppe russe par la Bessarabie méridionale.

---

(1) Doct. D. Grecescu : *Conspectul Florei Romaniei.* — Bucarest, 1898.

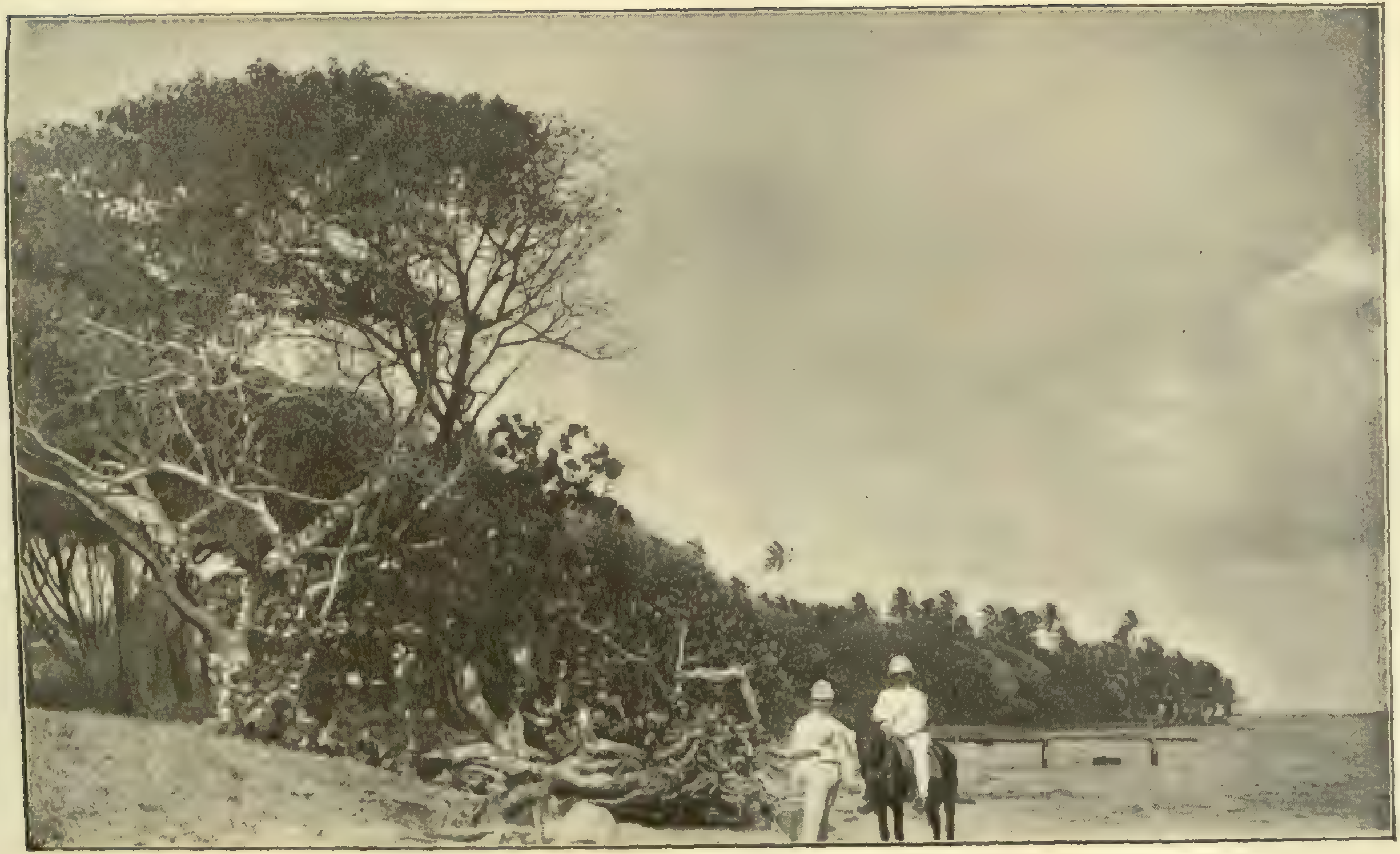
La zone alpine est froide ; la moyenne annuelle de sa température (2°,5) est intermédiaire entre celle du St-Bernard et celle du Groenland ; les hivers y sont plus froids, et les étés plus chauds que dans les régions arctiques. La végétation des Carpathes roumaines a plus d'analogie avec celle des Alpes helvético-tyroliennes qu'avec celle des Carpathes septentrionales. Dans les vastes pâturages qui en recouvrent les flancs, dominent surtout les formations des Graminées. On y voit cependant quelques colonies de végétaux éricoïdes tels que les *Bruckenthalia*, de *Salix*, de *Rhododendron*, de *Juniperus nana*, et plus près de la zone forestière, de *Pinus Pumilio*. Les plantes à fleurs colorées sont nombreuses : au début de la saison apparaissent les plantes à corolle blanche (*Anemone alba*, *Ranunculus glacialis*, etc.), bleue, violette ou rose (*Crocus banaticus*, quelques *Silene* ou *Gentiana*) ; puis se montrent les plantes à corolles jaunes ou rouges (*Ranunculus*, *Genista*, Cichoracées, Orchidées, *Dianthus*, *Rhododendron*). On compte, dans la zone alpine de la Roumanie, 335 espèces, dont 95 endémiques.

(A suivre). E. DRAKE DEL CASTILLO.

425 — Lille Imp Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

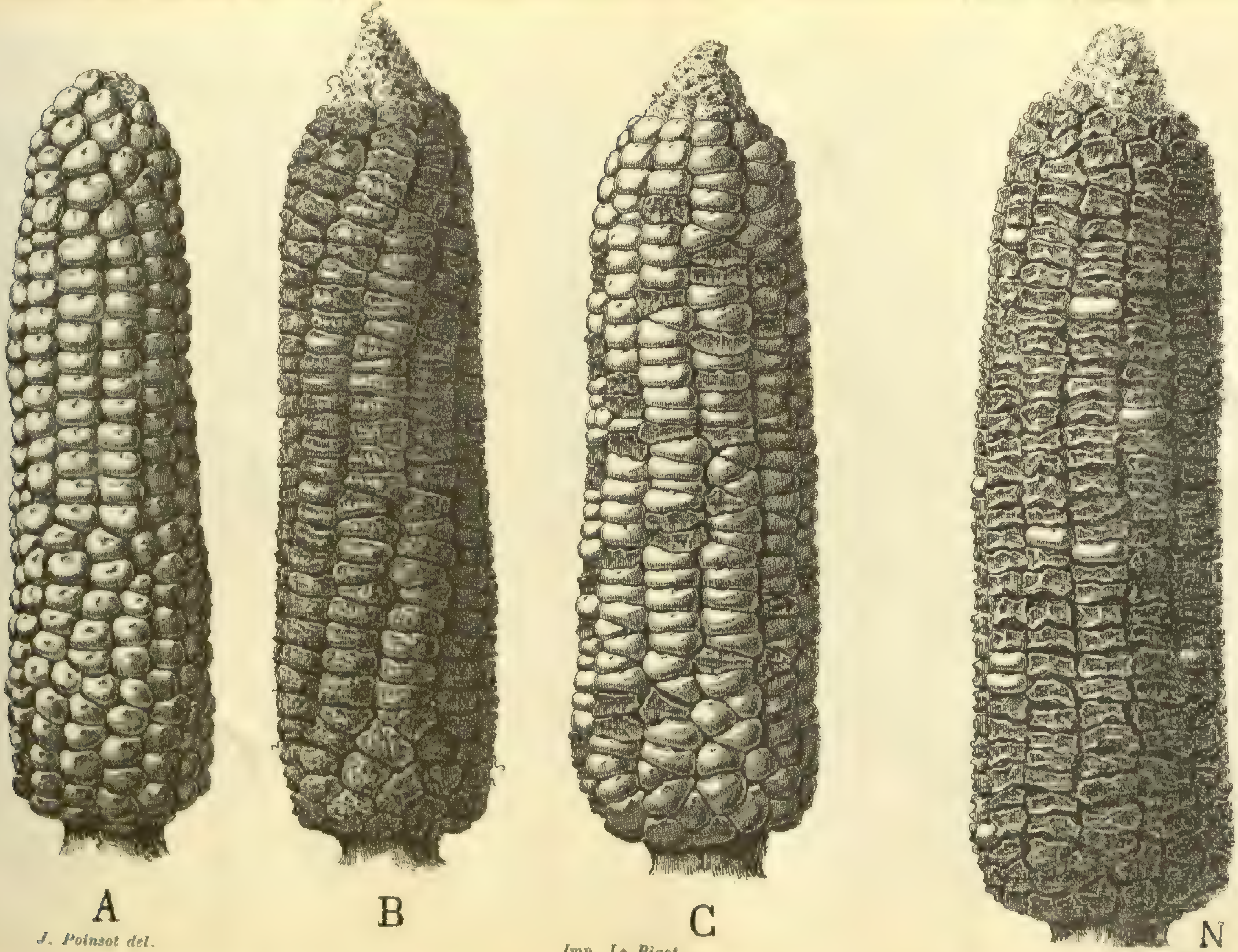
Phot. F. Boergesen.
Imp. Le Bigot.

Coccoloba uvifera. — Cocotiers, *Sesuvium Portulacastrum*, *Cynodon Dactylon*, etc.



Phot. F. Boergesen. *Imp. Le Bigot.*

Hippomane Mancinella et *Coccoloba uvifera.*

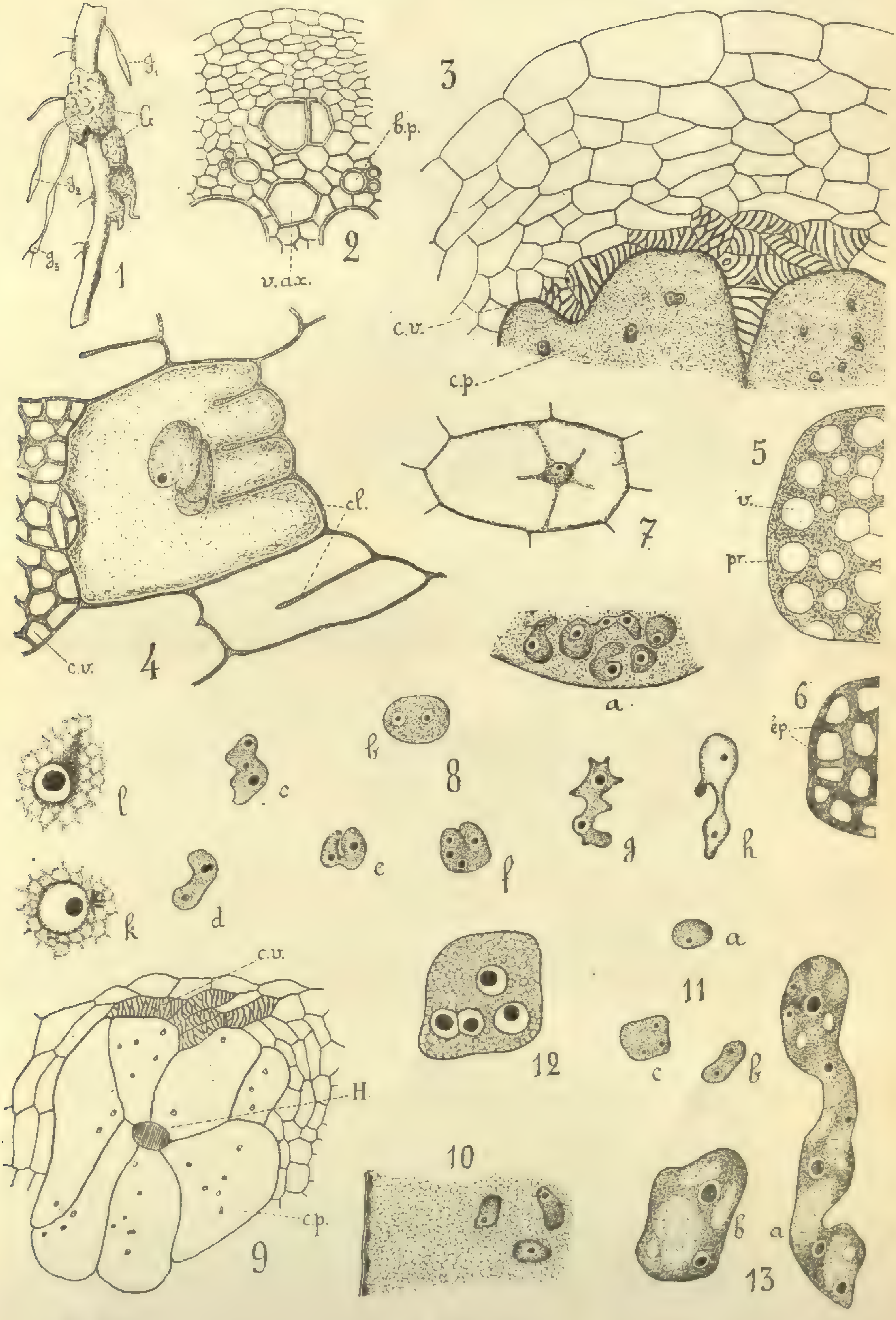


J. Poinsot del.

Imp. Le Bigot.

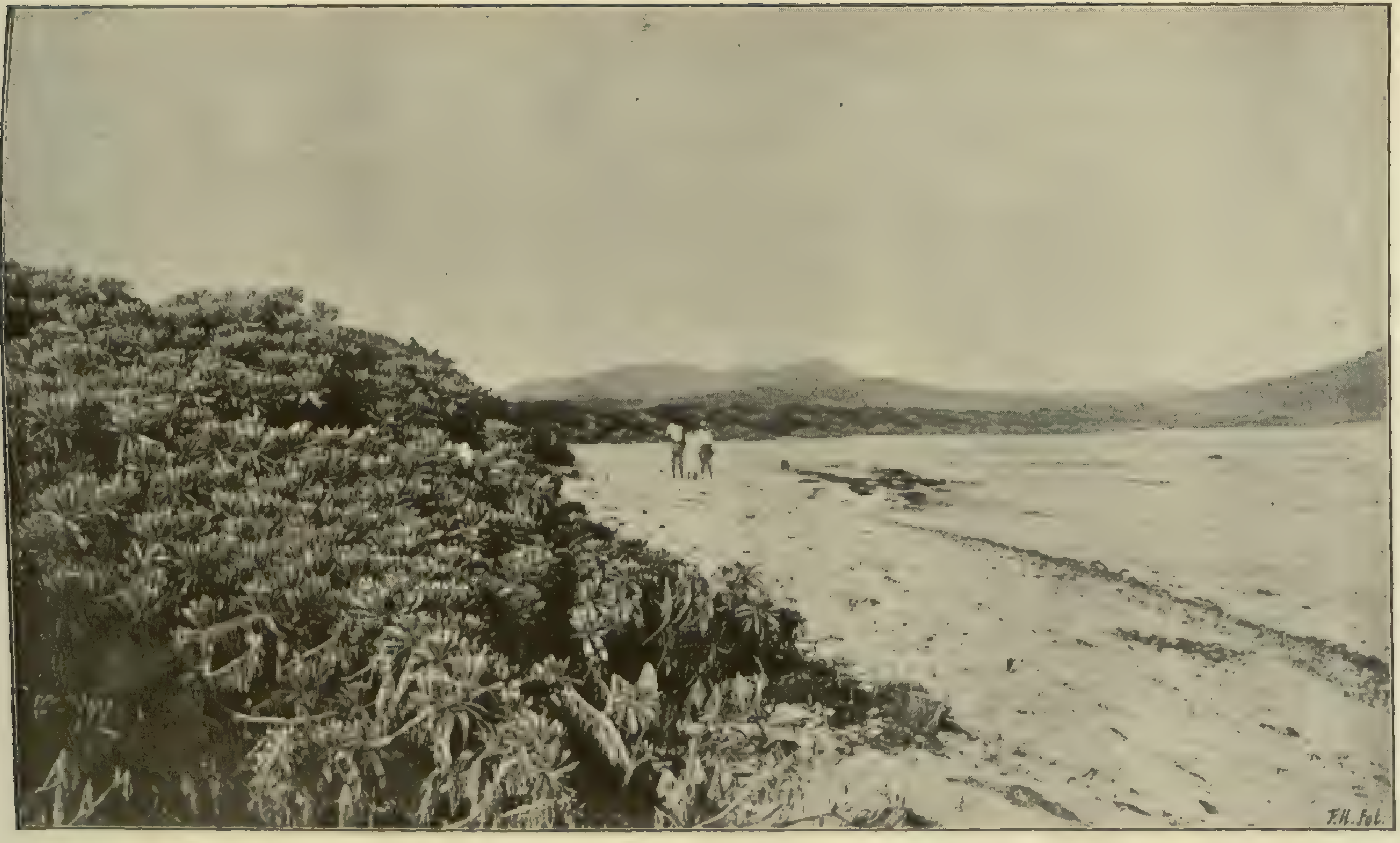
Bertin sc.

A, Maïs amylacé ordinaire ; B, Maïs sucré ; C, Hybride de A et de B ; N, Hybride accidentel.


g_1
G
g_2
g_3
1
b.p.
v.ax.
2
3
c.v.
c.p.
cl.
c.v.
4
7
5
v.
pr.
a
6
ép.
l
c
b
8
g
h
e
f
k
d
c.v.
H.
c.p.
9
a
11
12
c
b
10
b
a
13

M. Molliard del. *Imp. Le Bigot.* *Bertin sc.*

Déformations cellulaires produites par l'*Heterodera radicicola.*



Phot. F. Boergesen. Imp. Le Bigot.

Tournefortia gnaphalodes. — Euphorbia buxifolia.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

COUPIN, docteur ès sciences.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, docteur ès sciences, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUFOUR, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

ERIKSSON (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Grelot, docteur ès sciences.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Morkowine, docteur ès sciences, Marbourg.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, chargé de cours à la Faculté des sciences de Besançon.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, professeur à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Téodoresco, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Mai 1900

N° 137

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

LIVRAISON DU 15 MAI 1900

Pages

I. — SUR LA TOXICITÉ DES COMPOSÉS DU SODIUM, DU POTASSIUM ET DE L'AMMONIUM A L'ÉGARD DES VÉGÉTAUX SUPÉRIEURS, par **M. Henri Coupin** 177

II. — NOTE SUR LA FLORE MARITIME DU CAP GRIS-NEZ (PAS-DE-CALAIS), par **M. L. Géneau de Lamarlière**. 194

III. — REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE, publiés pendant les années 1894-1899, par **M. E. Drake del Castillo** *(suite)*. 206

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* on droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

SUR LA TOXICITÉ DES COMPOSÉS
du Sodium, du Potassium et de l'Ammonium
A L'ÉGARD DES VÉGÉTAUX SUPÉRIEURS

par M. Henri COUPIN

Je me propose, dans ce travail, de faire connaître l'*équivalent toxique* des principaux composés alcalins à l'égard de jeunes germinations de Blé de Bordeaux, c'est-à-dire d'une même plante prise au même état de développement. L'équivalent toxique est, on le sait, le *poids minimum d'une substance qui, dissoute dans 100 parties d'eau distillée, tue la plantule* (1). Les chiffres que je donne résultent de plusieurs centaines de cultures aqueuses faites avec de l'eau redistillée (2).

Pour faciliter le langage courant, j'ai employé les dénominations suivantes, — concurremment avec les chiffres exacts, — qui fixent mieux les idées que des nombres.

On dit qu'un corps est :	Lorsque son équivalent toxique est :
Très faiblement toxique	*Supérieur à 2.*
Faiblement toxique	*Compris entre 2 et 1* (inclus).
Moyennement toxique	*Compris entre 1 et 0,40.*
Très toxique	*Compris entre 0,40 et 0,25.*
Fortement toxique	*Compris entre 0,25 et 0,10.*
Très fortement toxique	*Compris entre 0,10 et 0,01.*
Eminemment toxique	*Inférieur à 0,01.*

Cette échelle de toxicité pourra être employée pour tous les poisons des plantes ; elle est basée sur de nombreuses comparaisons auxquelles je me suis livré sur ces derniers.

---

(1) *Rev. gén. de botanique.* t. X (1898), p. 178.

(2) Je montrerai ailleurs l'importance de l'emploi d'une eau parfaitement distillée.

SODIUM

Le sodium est extrêmement répandu à la surface du globe, notamment à l'état de chlorure dans les eaux de la mer et dans le sel gemme. L'azotate forme des bancs puissants au Chili et au Pérou. Le carbonate, le borate et le sulfate se trouvent dans certains lacs.

On trouve le Sodium dans les cendres de presque toutes les plantes, surtout les plantes marines, chez lesquelles il paraît jouer un rôle utile. Dans les plantes terrestres, on en trouve également, mais il paraît s'y accumuler d'une manière passive. On considère, en effet, en général, le sodium comme absolument inutile pour elles, sauf le nitrate et le phosphate qui leur procurent de l'azote et du phosphore. Pour les autres sels, on dit ordinairement qu'ils ne sont pas toxiques pour les plantes, mais simplement inutiles : c'est là une erreur, car tous les sels de Sodium, ainsi que nous allons le voir, sont toxiques pour les végétaux quand ils leur sont offerts à une dose suffisamment élevée.

En général, les sels de Sodium sont moins toxiques pour les animaux que les sels de Potassium. Nous verrons plus loin que c'est l'inverse pour les végétaux.

Chlorure de sodium.

Ce Composé ($NaCl$) a fait de notre part l'objet d'un travail auquel nous renvoyons le lecteur (1).

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 1,8 (2). Il est donc faiblement toxique.

Bromure de sodium.

Le Bromure de sodium ($NaBr$) est très soluble dans l'eau. Son équivalent toxique pour le Blé de Bordeaux est 1,2 (3). Il est donc faiblement toxique.

Iodure de sodium.

L'Iodure de sodium (NaI) se trouve dans les eaux mères des soudes de varechs.

---

(1) Henri Coupin : *Sur la toxicité du Chlorure de sodium et de l'eau de mer à l'égard des végétaux.* Rev. gén. de botanique, t. X (1898), p. 178.

(2) Pour le Pois : 1,2; pour la Vesce : 1,1 ; pour le Maïs : 1,4 ; pour le Lupin blanc : 1,2.

(3) Pour le Pois : 1,2.

Il est déliquescent et très soluble dans l'eau.

C'est une des impuretés du nitrate de soude.

Son équivalent toxique pour le Blé de Bordeaux est 0,05 (1). Il est donc très fortement toxique.

Mais, comme il n'existe qu'à l'état de traces dans le nitrate de soude naturel, il ne semble pas que ce soit à lui qu'on puisse attribuer les mauvais effets que l'on constate parfois dans l'emploi de cet engrais.

REMARQUE SUR LE CHLORURE, LE BROMURE ET L'IODURE. — En comparant la toxicité du chlorure, du bromure et de l'iodure de sodium, on voit qu'elle augmente avec le poids moléculaire du métalloïde (Cl, Br, I), fait qui se rencontre aussi pour les composés correspondants du potassium et de l'ammonium.

FLUORURE DE SODIUM.

Le Fluorure de sodium (Na Fl) est peu soluble dans l'eau.

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 0,14.

Il est donc fortement toxique.

AZOTATE DE SODIUM.

L'Azotate de sodium ($Az\ O^3\ Na$) forme des masses énormes au Chili et au Pérou.

Depuis quelques années, il est très employé comme engrais, mais il donne des résultats variables dont l'origine n'est pas expliquée. Il contient différentes impuretés.

Il est très soluble dans l'eau.

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 1,7.

Il est donc faiblement toxique.

Cette toxicité n'est cependant pas à négliger et il est fort possible que, lorsqu'il donne de mauvais résultats comme engrais, cela tient à la disposition du sol qui permet la dissolution du Nitrate et sa concentration autour des radicelles.

CARBONATE DE SODIUM.

Le Carbonate de sodium ($CO^3\ Na^2$) existe dans la nature sous forme de croûtes salines dans les pays chauds et secs, en Arabie, au Mexique, etc.

---

(1) Pour le Pois : 0,031.

Il abonde dans les plantes marines d'où on le retirait autrefois.

Il est très soluble dans l'eau.

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 1,1.

Il est donc faiblement toxique.

BICARBONATE DE SODIUM.

Le Bicarbonate de sodium ($CO^3 Na H$) se trouve dans de nombreuses sources, notamment dans les eaux de Vichy.

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 0,6.

Il est donc moyennement toxique.

PHOSPHATE DE SODIUM.

Le Phosphate de sodium ($PO^4 Na^2 H$), en solution faible, peut être utile aux végétaux auxquels il cède son phosphore.

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 1,5.

Il est donc faiblement toxique.

SULFATE DE SODIUM.

Le Sulfate de sodium ($SO^4 Na^2$) se rencontre dans la nature, à l'état anhydre, dans plusieurs gisements, surtout à Espartine, près Madrid, et au Pérou, à Tarapaca. Il existe aussi à l'état d'hydrate, mais associé à du sulfate de magnésie, à Ischl (Autriche). On le trouve dissous dans les eaux de la mer, dans plusieurs lacs de la Basse-Autriche et de la Hongrie, ainsi que dans les eaux minérales de Carlsbad, de Pulna, etc.

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 0,8.

Il est donc modérément toxique.

SULFITE NEUTRE DE SODIUM.

Le Sulfite neutre de sodium ($SO^3 Na^2$) est très soluble dans l'eau.

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 0,5.

Il est donc moyennement toxique.

HYPOSULFITE DE SODIUM.

L'Hyposulfite de soude ($S^2 O^3 Na^2 5 H^2 O$) a été expérimenté sans succès pour la destruction du Mildiou. Il est très faiblement antiseptique : il faut 275 grammes d'hyposulfite de soude pour empêcher la putréfaction d'un litre de bouillon de bœuf neutralisé, puis exposé aux germes de l'air (Miquel).

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 0,7.

Il est donc moyennement toxique.

CHLORATE DE SODIUM.

L'équivalent toxique du Chlorate de sodium ($Cl O^3 Na$), pour le Blé de Bordeaux, est 0,0058.

Il est donc éminemment toxique comme le chlorate de potassium correspondant. Par analogie avec ce qui a lieu pour les autres composés alcalins où la toxicité est si voisine de la puissance antiseptique, il est probable que ces deux corps sont fortement antiseptiques.

BORATE DE SODIUM.

Le Borate de Sodium ou Borax ($BO^4 O^7 Na$) a été expérimenté par M. Prillieux pour la destruction du Mildiou. D'après M. Viala, les filaments du champignon sont détruits, mais il s'en reforme d'autres autour.

Il existe dans certains lacs de la Chine, de la Perse, de l'île de Ceylan, de l'Inde, du Pérou, etc.

Peu soluble dans l'eau, il est faiblement antiseptique. Il faut 70 gr. de Borax pour empêcher la putréfaction d'un litre de bouillon de bœuf neutralisé, puis exposé aux germes de l'air (Miquel).

Son équivalent toxique est, pour le Blé de Bordeaux, 1,1.

Il est donc faiblement toxique.

CHROMATE DE SODIUM.

L'équivalent toxique du Chromate de sodium ($Na^2 Cr O^4$), pour le Blé de Bordeaux, est 0,125.

Il est donc fortement toxique.

BICHROMATE DE SODIUM.

L'équivalent toxique du Bichromate de sodium ($Na^2 Cr O^7$), pour le Blé de Bordeaux, est 0,0064.

Il est donc éminemment toxique.

CYANURE DE SODIUM.

L'équivalent toxique du Cyanure de sodium ($Na Cy$), pour le Blé de Bordeaux, est 0,018.

Il est donc fortement toxique.

OXALATE DE SODIUM.

L'Oxalate de sodium ($C^2 O^4 Na^2$) se trouve dans beaucoup de plantes, notamment les Varechs, les Salicornes, les Salsolas.

Son équivalent toxique est, pour le Blé de Bordeaux, 0,125.
Il est donc fortement toxique.

ALUN DE SOUDE.

L'Alun de soude a pour formule $Al^2 Na^2 (SO^4)^4$.
Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est de 3,4.
Il est donc faiblement toxique.

ACÉTATE DE SODIUM.

L'équivalent toxique de l'Acétate de sodium ($C^2 H^3 O^2 Na$) est 0,31.
Il est donc très toxique.

ARSÉNIATE DE SODIUM.

L'équivalent toxique de l'Arséniate de sodium ($Na^3 As O^4$) est 0,2.
Il est donc très toxique.

ARSÉNITE DE SODIUM.

L'équivalent toxique de l'Arsénite de sodium ($Na^2 H As O^3$) est 0,03.
Il est donc très fortement toxique.

Remarque générale :

D'après les renseignements que nous venons de donner, on voit que la toxicité des composés du Sodium est très variable. Nous avons en effet rencontré :

1° Des composés très faiblement toxiques : *Alun de soude.*

2° Des composés faiblement toxiques : *Chlorure, Bromure, Azotate. Carbonate, Phosphate, Borate.*

3° Des composés moyennement toxiques : *Bicarbonate, Sulfate, Sulfite, Hyposulfite.*

4° Des composés très toxiques : *Acétate, Arséniate.*

5° Des composés fortement toxiques : *Fluorure, Chromate, Cyanure, Oxalate.*

6° Des composés très fortement toxiques : *Iodure, Arsénite.*

7° Des composés éminemment toxiques : *Chlorate, Bichromate.*

POTASSIUM

Le Potassium est abondamment répandu à la surface du globe, surtout sous forme de chlorure, d'azotate, de silicates, etc.

Il constitue pour les plantes un aliment indispensable : aussi le retrouve-t-on dans tous leurs tissus.

Les sels de Potassium sont très faiblement antiseptiques.

Ils sont plus vénéneux pour les animaux que les sels de sodium.

Chlorure de potassium.

Le Chlorure de potassium ($K\,Cl$) se trouve à l'état naturel dans les mines de Stassfurt.

Il abonde dans les cendres des végétaux et est employé comme engrais.

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 1,9 (1).

Il est donc faiblement toxique.

Bromure de potassium.

Le Bromure de potassium ($K\,Br$) est très faiblement antiseptique : il en faut 240 gr. pour empêcher la putréfaction d'un litre de bouillon de bœuf stérilisé, puis exposé aux germes de l'air (Miquel).

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 0,1 (2).

Il est donc fortement toxique.

Iodure de potassium.

L'Iodure de potassium ($K\,I$) est très faiblement antiseptique : il faut 140 gr. d'iodure pour empêcher la fermentation d'un litre de bouillon de bœuf stérilisé, puis exposé aux germes de l'air (Miquel). On le trouve dans les Varechs.

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 0,05 (3).

Il est donc très fortement toxique.

Remarque sur le chlorure, le bromure, et l'iodure. — Par la comparaison des chiffres qui précèdent, on voit que, de même que pour le sodium, la toxicité des chlorure, bromure et iodure augmente dans le même sens que le poids atomique des métalloïdes.

Carbonate de potassium.

Le Carbonate de potassium ($CO^3\,K^2$) abonde dans les végétaux.

Il est employé, mais peu, comme engrais.

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 1,70.

Il est donc faiblement toxique.

---

(1) Pour les Pois : 1,8.

(2) Pour les Pois : 0,125.

(3) Pour les Pois : 0,035.

FLUORURE DE POTASSIUM.

L'équivalent toxique du Fluorure de potassium (K Fl), pour le blé de Bordeaux, est 0,09.

Il est donc très fortement toxique.

CYANURE DE POTASSIUM.

Le Cyanure de potassium (K Cy) est un poison très violent pour les animaux.

Il est très fortement antiseptique puisqu'il suffit de 1 gr. 20 de cyanure pour empêcher la putréfaction d'un litre de bouillon de bœuf neutralisé, puis exposé aux germes de l'air (Miquel).

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 0,061.

Il est donc très fortement toxique.

CYANOFERRURE DE POTASSIUM.

Le Cyanoferrure de potassium ($Fe\,Cy^6\,K^4$) a comme équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux : 0,25.

Il est donc très toxique.

CYANOFERRIDE DE POTASSIUM.

L'équivalent toxique du Cyanoferride de potassium ($Fe^2\,Cy^{12}K^6$) est 0,25, c'est-à-dire le même que celui du Cyanoferrure.

Il est donc, comme lui, très toxique.

SULFOCYANURE DE POTASSIUM.

L'équivalent toxique du Sulfocyanure du potassium, pour le blé de Bordeaux, est 0,9.

Il est donc moyennement toxique.

REMARQUES AU SUJET DES COMPOSÉS CYANURÉS DU POTASSIUM. — On voit que la toxicité comparée des divers composés cyanurés suit la même marche pour les végétaux que pour les animaux, c'est-à-dire que les cyanures sont plus toxiques que les cyanoferrures et cyanoferrides, lesquels sont à leur tour plus toxiques que les sulfocyanures, dont la toxicité est relativement faible.

Cependant, il est à remarquer, en ce qui concerne le cyanure de potassium, que ce poison exerce une action nocive beaucoup moins considérable sur les plantes que sur les animaux : les germinations du blé continuent en effet à croître dans les solutions à 0,05, 0,04, 0,03, etc. 0/0, doses relativement énormes pour un poison si violent.

Cette propriété du cyanure de potassium fait penser que l'on pourrait peut-être détruire les parasites souterrains des plantes, par exemple le Phylloxéra, en arrosant le sol avec une solution faible, par exemple à 0,05 °/₀, de cyanure de potassium dans l'eau ordinaire, solution dont le prix de revient serait insignifiant.

SULFATE DE POTASSIUM.

Le Sulfate de potassium ($SO^4 K^2$) se trouve dans les varechs et les salins de betteraves.

Il est employé comme engrais.

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 2,3.

Il est donc très faiblement toxique.

AZOTATE DE POTASSIUM.

L'Azotate de potassium ($A_z O^3 K$) se montre dans les pays chauds, aux Indes, en Egypte, à la surface du sol. Il se forme aussi sur les murs des lieux humides.

C'est un oxydant énergique.

Il est employé comme engrais et entre dans la composition du liquide de Knop (0gr.25 pour 1 litre).

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 3.

Il est donc très faiblement toxique.

CHLORATE DE POTASSIUM.

Le Chlorate de potassium ($Cl O^3 K$) est un oxydant énergique.

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 0,02.

Il est donc très fortement toxique, tandis que le chlorate de soude correspondant l'est éminemment.

PERCHLORATE DE POTASSIUM.

L'équivalent toxique du Perchlorate de potassium ($Cl O^4 K$), pour le Blé de Bordeaux, est 0,20.

Il est donc fortement toxique.

Il constitue donc pour l'Azotate de soude, où il existe en petite quantité, une impureté sans importance, contrairement à ce que l'on a dit à plusieurs reprises.

PHOSPHATE DE POTASSIUM.

Le Phosphate de potassium ($PO^4 K H^2$) entre dans la composition du liquide de Knop (0,25 pour un litre).

Son équivalent toxique est, pour le Blé de Bordeaux, 6.

Il est donc très faiblement toxique.

ALUN DE POTASSE.

L'équivalent toxique de l'Alun de potasse ($(SO^4)^3 Al^2 + SO^4 K^2 + 24 H^2 O$), pour le Blé de Bordeaux, est 2,1.

Il est donc très faiblement toxique.

ALUN DE CHROME.

L'équivalent toxique de l'Alun de chrome ($(SO^4)^3 Cr^2 + SO^4 K^2 + 24 H^2 O$) est 1,132 pour le Blé de Bordeaux.

Il est donc faiblement toxique.

CHROMATE DE POTASSIUM.

L'équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, du Chromate de potassium ($K^2 Cr O^4$) est 0,0625.

Il est donc moyennement toxique.

BICHROMATE DE POTASSIUM.

Le Bichromate de potassium ($K^2 Cr^2 O^7$) est fortement antiseptique puisqu'il suffit de 1 gr. 20 pour empêcher la putréfaction d'un litre de bouillon de bœuf stérilisé, puis exposé aux germes de l'air (Miquel).

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 0,03125.

Il est donc très toxique.

OXALATE NEUTRE DE POTASSIUM.

L'équivalent toxique de l'Oxalate neutre de potassium ($C^2 O^4 K^2$), pour le blé de Bordeaux, est 0,25 (1).

Il est donc très toxique.

OXALATE ACIDE DE POTASSIUM.

L'Oxalate acide de potassium ($C^2 O^4 H K$) se trouve dans le suc d'un grand nombre de végétaux (*Rumex*, *Oxalis*).

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 0,0033 (2).

Il est donc éminement toxique.

Il est bon de rapprocher de ce chiffre, celui de l'équivalent toxique de l'acide oxalique que j'ai trouvé être 0,04. L'acide oxalique, le plus énergique des acides organiques, et les oxalates alcalins présentent au point de vue de la physiologie et du chimisme des plantes un intérêt de premier ordre. A l'état transitoire, ces corps, — et notamment l'acide oxalique — se forment sans doute dans toutes les plantes vertes. On savait, d'une manière vague jusqu'ici, que tous ces corps, — et surtout l'acide oxalique — sont des poisons pour le protaplasma végétal, mais on ne pensait certainement pas qu'ils l'étaient d'une manière aussi intense que nous venons de le montrer. On est à peu près certain qu'une grande partie de la chaux absorbée par les racines est destinée à « immobiliser » l'acide oxalique ou les oxalates alcalins sous forme des cristaux insolubles d'oxalate de chaux et par suite, à détruire sa toxicité.

---

(1) Pour le Pois : 0,03.

(2) Pour le Pois : 0,002.

Les chiffres que j'ai donnés plus haut n'ont pas seulement l'avantage de nous fixer d'une manière précise sur un fait encore mal connu. Ils nous montrent en outre un fait singulier. C'est que l'oxalate acide de potasse est d'une toxicité beaucoup plus grande que celle de l'acide oxalique et des autres oxalates alcalins. Or, ce corps est précisément de beaucoup plus abondant chez les plantes que les corps précédents.

ALUN DE FER.

L'Alun de fer a pour formule : $(SO^4)^3 Fe^2 + SO K^2$.

Son équivalent toxique pour le Blé de Bordeaux est 1,45.

Il est donc faiblement toxique.

PERMANGANATE DE POTASSIUM.

Le Permanganate de potassium ($K^2 Mn^2 O^8$) est un oxydant énergique ; il est fortement antiseptique.

Son équivalent toxique est égal (environ) à 1.

Il est donc faiblement toxique.

Cette faible toxicité s'explique peut-être par ce fait que le permanganate de potasse se décompose facilement surtout au contact des matières organiques.

REMARQUE GÉNÉRALE.

D'après les renseignements que nous venons de donner, on voit que la toxicité des composés de potassium est très variable. Nous avons, en effet, rencontré :

1° Des composés très faiblement toxiques : *Azotate, Phosphate, Sulfate, Alun de potasse;*

2° Des composés faiblement toxiques : *Chlorure, Carbonate, Permanganate, Alun de fer, Alun de chrome ;*

3° Des composés moyennement toxiques : *Chromate, Sulfocyanure*;

4° Des composés très toxiques : *Bichromate, Oxalate neutre, Cyanoferrure, Cyanoferride* ;

5° Des composés fortement toxiques : *Bromure, Perchlorate*;

6° Des composés très fortement toxiques : *Iodure, Fluorure, Chlorate, Cyanure* ;

7° Des composés éminemment toxiques : *Oxalate acide.*

COMPARAISON DES SELS DE POTASSIUM ET DES SELS DE SODIUM.

Si l'on compare la toxicité des sels analogues du sodium et du potassium, on trouve :

1° Que les sels suivants de potassium sont *plus toxiques* que les sels correspondants du sodium :

Bromure,
Chromate,
Fluorure ;

2° Que le sel suivant du potassium a une *toxicité égale* à celle du sel correspondant du sodium :

Iodure ;

3° Que les sels suivants du potassium sont *moins toxiques* que les sels correspondants du sodium :

Oxalate neutre,
Cyanure,
Bichromate,
Chlorate,
Azotate,
Sulfate,
Phosphate,
Chlorure,
Carbonate.

On peut donc dire que, d'une manière générale, *les sels de potassium sont moins toxiques que les sels de sodium pour les plantes.*

C'est le contraire qui a lieu pour les animaux.

AMMONIUM

Les composés de l'Ammonium que l'on trouve dans la nature proviennent surtout de la décomposition des matières organiques.

Les plantes peuvent prendre de l'azote à la plupart d'entre eux : aussi quelques-uns sont-ils utilisés comme engrais.

Les sels ammoniacaux se dissocient facilement, surtout lorsqu'ils sont en dissolution. Aussi les chiffres que nous donnons pour leurs équivalents toxiques ne sont-ils peut-être pas aussi exacts que ceux des sels de Sodium et de Potassium.

Ils sont faiblement antiseptiques.

CHLORURE D'AMMONIUM.

Le Chlorure d'ammonium ($Az H^4 Cl$) est neutre. On en trouve dans les fentes des laves volcaniques et dans le voisinage des dépôts de houille en combustion. Il est soluble dans 2,72 parties d'eau froide.

Ce chlorure est très faiblement antiseptique : il en faut 115 gr. pour empêcher la putréfaction d'un litre de bouillon de bœuf stérilisé, puis exposé aux germes de l'air (Miquel).

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 1,6 (1).

Il est donc faiblement toxique.

BROMURE D'AMMONIUM.

Le Bromure d'ammonium ($Az H^4 Br$) est très soluble.

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 1 (2).

Il est donc faiblement toxique.

IODURE D'AMMONIUM.

L'Iodure d'ammonium ($Az H^4 I$) est déliquescent et très soluble.

Son équivalent toxique, pour le Blé de Bordeaux, est 0,33 (3).

Il est donc très toxique.

REMARQUE SUR LE CHLORURE, LE BROMURE ET L'IODURE. — De même que pour le Sodium et le Potassium, les équivalents toxiques des chlorure, bromure et iodure augmentent dans le même sens que le poids atomique du métalloïde.

FLUORURE D'AMMONIUM.

Le Fluorure d'ammonium ($Az H^4 Fl$) est très soluble. Sa solution perd beaucoup d'ammoniaque et, même à la température ordinaire, attaque le verre.

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 0,04.

Il est donc très fortement toxique.

---

(1) Pour le Pois : 1,3.

(2) Pour le Pois : 0,40.

(3) Pour le Pois : 0,33.

PHOSPHATE D'AMMONIUM.

L'équivalent toxique du Phosphate d'ammonium, pour le blé de Bordeaux, est 0,4.

Il est donc moyennement toxique.

SULFATE D'AMMONIUM.

Le Sulfate d'ammonium $(50^4 (A_2 H^4)^2)$, soluble dans deux parties d'eau froide, est très faiblement antiseptique, il en faut 250 grammes pour empêcher la putréfaction d'un litre de bouillon de bœuf neutralisé, puis exposé aux germes de l'air (Miquel).

Il est employé comme engrais.

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 2,5.

Il est donc très faiblement toxique.

NITRATE D'AMMONIUM.

Le Nitrate d'ammonium $(A_2 O^2 A_2 H^4 O)$ est soluble dans une demi partie d'eau.

Son équivalent toxique, pour le blé de Bordeaux, est 3,9.

Il est donc très faiblement toxique.

CARBONATE D'AMMONIUM.

Le Carbonate d'ammonium $((CO^3)^3 (A_2 H^4)^4 H_2)$ se décompose facilement.

Son équivalent toxique est 0,3 pour le blé de Bordeaux.

Il est donc très toxique.

CHROMATE D'AMMONIUM.

L'équivalent toxique du chromate d'ammonium $((A^3 H^4)^2 Cr O_4)$, pour le blé de Bordeaux, est 0,0625.

Il est donc fortement toxique.

BICHROMATE D'AMMONIUM.

L'équivalent toxique du bichromate d'ammonium $((A_2 H^4)^2 Cr O^7)$, pour le blé de Bordeaux, est 0,025.

Il est donc très fortement toxique.

ALUN D'AMMONIAQUE.

L'équivalent toxique de l'Alun d'ammoniaque $((50^4)^3 Al^2 + 50^4 (A^2 H^4)^2 + 24 H^2 O)$, pour le blé de Bordeaux, est 3.

Il est donc très faiblement toxique, comme l'alun de potasse et l'alun de soude. Nous avons vu aussi que l'alun de chrome l'était aussi faiblement.

On peut donc dire d'une manière générale que les aluns sont toujours *peu toxiques*, même quand ils renferment un métal ordinairement très nuisible (chrome).

OXALATE D'AMMONIUM.

L'équivalent toxique de l'Oxalate d'ammonium $(C^2\ O^4\ (A_3\ H_3\ )^2\ )$ est, pour le Blé de Bordeaux, 0,125 (1).

Il est donc fortement toxique.

SULFOCYANURE D'AMMONIUM.

L'équivalent toxique du Sulfocyanure d'ammonium, pour le Blé de Bordeaux, est 0,34.

Il est donc très toxique.

REMARQUE SUR LA TOXICITÉ DES COMPOSÉS AMMONIACAUX.

On voit, d'après les renseignements qui précèdent, que la toxicité des composés ammoniacaux est très variable. Nous avons, en effet, rencontré :

1° Des composés très faiblement toxiques : *Azotate, Sulfate, Alun d'ammoniaque* ;

2° Des composés faiblement toxiques : *Chlorure, Bromure* ;

3° Des composés moyennement toxiques : *Phosphate* ;

4° Des composés très toxiques : *Iodure, Carbonate, Sulfocyanure* ;

5° Des composés fortement toxiques : *Oxalate* ;

6° Des composés très fortement toxiques : *Fluorure, Chromate, Bichromate.*

Aucun ne s'est montré éminemment toxique.

COMPARAISON AVEC LES SELS DE SODIUM ET DE POTASSIUM

Par la comparaison des chiffres que nous avons donnés, on voit que :

La toxicité du Chlorure d'ammonium est plus grande que celle du Chlorure de sodium et que celle du Chlorure de potassium.

La toxicité du Bromure d'ammonium est plus grande que celle du Bromure de sodium et plus faible que celle du Bromure de potassium.

---

(1) Pour le Pois : 0,05.

La toxicité de l'Iodure est plus faible que celle de l'Iodure de sodium et que celle de l'Iodure de potassium.

La toxicité du Sulfate d'ammonium est plus faible que celle du Sulfate de soude et que celle du Sulfate de potasse.

La toxicité du Fluorure d'ammonium est plus grande que celle du Fluorure de sodium et que celle du Fluorure de potassium.

La toxicité du Nitrate d'ammonium est plus petite que celle du Nitrate de sodium et que celle du Nitrate de potassium.

La toxicité de l'Oxalate d'ammonium est égale à celle de l'Oxalate de sodium et plus grande que celle de l'Oxalate de potassium.

La toxicité du Chromate d'ammonium est plus grande que celle du Chromate de sodium et égale à celle du Chromate de potassium.

La toxicité du Bichromate d'ammonium est plus faible que celle du Bichromate de sodium et plus grande que celle du Bichromate de potassium.

On ne peut donc rien dire de général sur la plus ou moins grande toxicité des sels ammoniacaux comparativement aux sels de sodium et de potassium.

Remarque générale sur la toxicité des composés du Sodium, du Potassium et de l'Ammonium

En terminant cette étude, il est intéressant de comparer la toxicité moyenne des divers composés analogues que nous avons pu étudier à la fois dans les trois métaux alcalins :

		TOXICITÉ MOYENNE
Chlorures	Sodium	Faiblement.
	Potassium	Faiblement.
	Ammonium	Faiblement.
Bromures	Sodium	Faiblement.
	Potassium	Fortement.
	Ammonium	Faiblement.
Iodures	Sodium	Très fortement.
	Potassium	Très fortement.
	Ammonium	Très tox.
Fluorures	Sodium	Fortement.
	Potassium	Très fortement.
	Ammonium	Très fortement.
Azotates	Sodium	Faiblement.
	Potassium	Très faiblement.
	Ammonium	Très faiblement.

Oxalates neutres	Sodium	Fortement.
	Potassium	Très tox.
	Ammonium	Fortement.
Chromates	Sodium	Fortement.
	Potassium	Moyennement.
	Ammonium	Très fortement.
Bichromates	Sodium	Eminemment.
	Potassium	Très tox.
	Ammonium	Très fortement.
Sulfates	Sodium	Moyennement.
	Potassium	Très faiblement.
	Ammonium	Très faiblement.
Phosphates	Sodium	Faiblement.
	Potassium	Très faiblement.
	Ammonium	Moyennement.
Carbonates	Sodium	Faiblement.
	Potassium	Faiblement.
	Ammonium	Très tox.

On voit, qu'à part une ou deux exceptions, on arrive à cette conclusion intéressante que les toxicités *moyennes* des composés analogues du Sodium, du Potassium et de l'Ammonium sont sensiblement voisines.

C'est une preuve nouvelle, bien qu'indirecte, de l'analogie chimique de ces trois métaux alcalins.

Constatons enfin que, parmi les 54 composés étudiés, nous en avons rencontré :

8 Très faiblement toxiques ;
13 Faiblement toxiques ;
7 Moyennement toxiques ;
9 Très toxiques ;
7 Fortement toxiques ;
9 Très fortement toxiques ;
3 Éminemment toxiques.

Je ferai connaître ultérieurement la toxicité des autres composés alcalins, notamment ceux du Lithium, dont les équivalents toxiques, contrairement à ceux que nous venons d'étudier, sont plus éloignés les uns des autres.

NOTE SUR LA FLORE MARITIME

DU CAP GRIS-NEZ (PAS-DE-CALAIS)

par M. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE

La portion de la région maritime du Pas-de-Calais que dans cette note je me propose d'étudier au point de vue de la géographie botanique, a reçu le nom, dans un certain nombre de cartes, de *Falaise d'Antifer*. Le développement total, depuis le *Cren du Norda*, ou *du Noirda*, près d'Audresselles, jusqu'à la *pointe de la Courte-Dune*, peut atteindre un peu plus de sept kilomètres et la falaise en entier se trouve sur le territoire de la commune d'Audinghen. Elle représente assez exactement les deux côtés d'un angle droit dont le sommet est occupé par le *Cap Gris-Nez*, le point le plus connu et le plus important de la côte. Une portion de la falaise court du Sud au Nord et fait par conséquent face à l'Occident, tandis que l'autre portion, beaucoup moins étendue (environ 1 kilom. et demi), fait face au Septentrion.

La constitution géologique de la falaise peut se résumer très brièvement de la façon suivante : la base, en général, montre sur une épaisseur variable des marnes bleues, entrecoupées de bancs calcaires ou de lumachelles à *Exogyra virgula*, qui sont de l'étage kimméridien supérieur. La partie supérieure est presque toujours constituée par des sables jaunâtres, plus ou moins mêlés d'argile, et entrecoupés de gros bancs de grès, le tout appartenant à l'étage portlandien inférieur.

De nombreuses sources prennent naissance au point de contact des deux terrains, de sorte que la partie inférieure de la falaise est plutôt humide, tandis que la partie supérieure est généralement très sèche.

Des découpures peu accentuées de la côte, séparées par des parties un peu plus avancées, ont reçu dans le pays le nom de *Crans*, ou mieux de *Crens* (1), qui servent à se repérer sur cette étendue de terrain assez uniforme d'ailleurs.

Pour plus de clarté dans l'exposition de ce qui suit, et aussi parce que la flore y présente des facies un peu différents, je diviserai la falaise, dans le sens de sa longueur, en trois parties, en allant du Sud au Nord ; les points de séparation seront le *Cren-aux-Œufs* et la pointe du Gris-Nez.

I.

La première partie s'étend depuis le Cren du Noirda jusqu'au Cren-aux-Œufs, sur une longueur de 2 kil. et demi environ. Les principaux accidents de terrain de cette région sont, du Sud au Nord : la *pointe du Nid de Corbets*, la *pointe des Poissonnets*, le *Cren Mademoiselle*, la *pointe de Roche ronde*, le *Cren Monsieur*, le *Cren Poulet* et la *pointe de l'Ecoute.*

Toute cette partie de la falaise a une flore assez pauvre et uniforme. Très rarement, et seulement à l'époque des plus hautes marées, la mer vient en baigner directement le pied. L'eau salée est arrêtée à quelques mètres seulement de la base par une digue de galets à peu près continue. Le sommet de cette digue est souvent envahi par le sable, et il semblerait qu'il dût s'y établir une flore identique à celle qui borde l'estran, à la base des dunes. Il n'en est rien. Bien que j'aie exploré moins souvent cette partie de la côte que les autres, je crois pouvoir affirmer que la présence d'une végétation phanérogamique à ce niveau est tout à fait accidentelle.

Seul le Cren Poulet offre une exception remarquable à ce que je viens de dire. Le Cren Poulet, ne marque pas à proprement parler une déviation dans la ligne droite que forme la falaise, dans sa course du Sud au Nord. C'est plutôt une entaille dans le sens de la hauteur de la falaise, entaille due probablement à une faille. Grâce à cette faille, les eaux de l'intérieur des terres ont érodé la surface du sol et creusé une petit vallon dont le fond est occupé par un ruisseau qui est presque toujours à sec. A l'embouchure de cet infime cours d'eau, quelques mètres cubes de vase limoneuse ont été abandonnés par l'eau et dans cette station quasi microscopique, on trouve un ensemble d'espèces qui, par leur réunion, font contraste avec la flore environnante. C'est surtout le *Spergularia marina* Bor. qui domine en ce lieu bien qu'il soit loin d'y recouvrir le sol. Cette espèce qui appartient à la zone des vases marines, se trouve ici parfaitement à sa place : mais il est curieux de l'y rencontrer sur un espace aussi restreint, alors que les stations identiques les plus proches se trouvent à plusieurs kilomètres de là, et tout-à-fait en dehors de la petite région que j'étudie en ce moment.

---

(1) Léon Lejeal : *Essai sur la Géographie du Boulonnais*, in *Boulogne-sur-Mer et la région boulonnaise*, 1899. XXVIII^e Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences.

On peut faire la même remarque pour l'*Artemisia maritima* L. qui ne se trouve représenté ici que par quelques individus. Associé à ces deux espèces se montre ensuite le *Glaux maritima* L. ; il est très abondant en cet endroit et surtout localisé à la base de la falaise, sur le sol humide et salé. Grâce à la réalisation de cette dernière condition il peut remonter à quelques mètres de hauteur sur la pente.

Les trois espèces précédentes sont placées par M. A. Masclef (1) dans la zone secondaire des prairies salées, c'est-à-dire parmi les espèces qui ne sont pas recouvertes chaque jour par l'eau de mer. C'est bien le cas ici.

On voit ensuite mélangés aux espèces précédentes quelques individus du *Matricaria maritima* L., espèce halophile, beaucoup moins caractéristique des prairies vaseuses. Elle est d'ailleurs ici un peu exceptionnelle et se trouve en beaucoup plus grande abondance sur le haut de la falaise.

L'embouchure de cet infime cours d'eau du Cran Poulet suffit, comme on le voit, à donner asile à quelques espèces caractéristique des vases marines, et elle semble vouloir reproduire une miniature des estuaires des grands fleuves.

A côté de ces espèces halophiles se développent d'autres qui ne sont que continentales : *Nasturtium officinale*, *Senebiera Coronopus*, *Trifolium fragiferum*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus oleraceus*, *Taraxacum officinale*, *Thrincia hirta*, *Plantago major*, *P. Coronopus*, *Rumex crispus*, *Polygonum aviculare*, *Juncus bufonius*, *Alopecurus geniculatus*. Ces espèces se développent sur le sol salé et ne paraissent pas avoir à souffrir de cette condition particulière. Le *Sonchus oleraceus* et le *Senecio vulgaris* y revêtent ces formes particulières, à parenchyme très développé, que l'on observe fréquemment sur le bord de la mer.

---

(1) A. Masclef : *Études sur la géographie botanique du Nord de la France.* Journal de Botanique, 1888, n° 11, p. 177 et sqq.

On voit donc qu'à défaut de zone de bordure des hautes marées, cette partie de la falaise offre quelques échantillons de la flore des estuaires.

La pente et les escarpements de la falaise ne sont pas bien riches en plantes halophiles. Ils sont soustraits en effet au contact direct de l'eau de mer et ne reçoivent que les embruns apportés par le vent d'Ouest, qui est le vent dominant de la région. La formation de ces embruns est ici assez peu favorisée, car la plage n'a que peu de rochers, et la mer s'y brise moins violemment que sur d'autres parties de la côte plus abruptes.

Les endroits humides de la falaise, surtout vers la base, sont caractérisés par : *Apium graveolens*, *Glaux maritima* L., et *Carex extensa* Good. La première espèce est très commune partout au Gris-Nez. et elle se trouve parfois assez loin de la mer ; les deux autres espèces appartiennent à la zone des prairies salées. On voit par là que plusieurs des représentants de cette flore peuvent se retrouver sur les falaises, lorsque celles-ci présentent quelque analogie avec les prairies salées.

Le *Carex extensa* qui est considéré comme rare dans le Pas-de-Calais, est assez fréquent sur la base des falaises du Gris-Nez.

A côté des halophiles qui précèdent, les espèces hygrophiles les plus intéressantes sont les suivantes : *Epilobium parviflorum*, *Pulicaria dysenterica*, *Samolus Valerandi*, *Anagallis tenella*, *Epipactis palustris*, *Triglochin palustre*. *Juncus silvaticus*, *Carex glauca*, *Phragmites communis*. Cette dernière espèce est très commune sur certains points et forme de véritables associations au milieu desquelles les autres plantes ne peuvent se développer qu'avec peine. Je l'ai vue, en certains endroits, pousser jusque sur le sable et la digue de galets, ses rhizomes vigoureux, longs de plusieurs mètres, qui affleuraient à la surface du sol, mais qui, dans ces conditions, ne formaient aucune tige verticale feuillée.

L'*Epipactis palustris* et l'*Anagallis tenella* sont tout à fait localisés sur une partie de la falaise entre le Cren Poulet et le Cren Mademoiselle. Le seconde espèce est tout à fait abondante en cet endroit, et y couvre entièrement plusieurs mètres carrés de terrain humide.

Elle est cependant rare dans la région environnante. Je citerai ici deux localités encore inédites sur le territoire de Tardinghen : à la source dite des Abymes, et sur une pente humide au-dessus du hameau du Châtelet.

Dans les parties sèches de la falaise, le tapis végétal est généralement très pauvre, et les individus qui s'y développent sont ordinairement rabougris. Parmi les espèces halophiles, c'est le *Matricaria maritima* qui domine. Mais ses échantillons, quoique très nombreux, atteignent souvent quelques centimètres à peine, et sont étalés sur le sol. Ailleurs il se mêle à ces maigres touffes l'*Armeria maritima* L., dont les gazons hémisphériques sont très caractéristiques, ainsi que diverses formes de *Daucus*.

A propos de ces derniers, je ferai ici une remarque générale. Leur taille est très variable : là où le sol est maigre et peu gazonné, ils sont frappés de nanisme, leur tige ne dépasse pas 2 à 3 centimètres, elle ne porte que quelques feuilles et une seule ombelle terminale. Ailleurs, lorsque le sol est plus riche, plus humide, et en même temps couvert d'un gazon plus long, les échantillons atteignent 20 à 30 centimètres. Mais leur port diffère tout à fait de celui des *D. Carota* de l'intérieur des terres. Leur axe principal est généralement tortueux ou en zig-zag, et les ramifications latérales s'écartent de la tige selon un angle très ouvert. On y trouve un bon nombre d'individus présentant nettement les caractères du *Daucus gummifer* Lamk., d'autres sont du *Daucus Carota* L., forme *littoralis* Mascl, *loc. cit.*, mais je n'ai pu y rencontrer le vrai type du *Daucus hispidus* D C. non Desf., défini par M. Masclef dans sa note.

On rencontre aussi dans les endroits secs, surtout sableux, le *Plantago lanceolata* L. var. *capitellata* Koch, forme tout à fait remarquable, et qui malgré cela était passé inaperçue jusque maintenant dans la région maritime du Pas-de-Calais. Enfin quelques buissons d'*Hippophae rhamnoides* L. sont aussi à signaler dans le haut de la falaise, entre le Cren Poulet et le Cren Mademoiselle.

Un certain nombre d'espèces continentales se mêlent aux précédentes, mais l'époque avancée de la saison à laquelle j'ai toujours visité cette partie de la falaise ne me permet pas d'en donner une longue liste. Je citerai seulement *Lotus corniculatus* et *Tussilago Farfara*, très fréquents et qui revêtent les formes caractéristiques des lieux salés, puis *Sedum acre* L., *Alsine tenuifolia* Wahl., *Festuca* *ovina* L. et *Torilis nodosa* Gaertn. Cette dernière espèce n'est jamais bien commune dans les falaises ; elle est plus abondante sur les murs en pierres sèches et les talus des routes, à quelque distance dans l'intérieur des terres.

A mesure que l'on s'approche davantage du Cren-aux-Œufs, qui marque la limite entre la première et la seconde partie de la falaise, on voit apparaître le *Silene maritima* et quelques touffes de *Crithmum maritimum* L., espèces qui seront beaucoup plus abondantes dans la seconde partie.

II.

Cette deuxième partie comprend la falaise qui s'étend du Cren-aux-Œufs jusqu'à l'extrême pointe du cap Gris-Nez. Les principaux points de repère sont la *pointe Camberlin*, le *Cren Barbier*, le *Cren Siller* ou des *Sillers*, et le *Cren de Quette*. La côte change d'aspect subitement. la direction générale restant toujours la même. La digue de galets cesse tout d'un coup au fond d'une petite anse et fait place à une série d'énormes blocs de pierre tombés de la falaise et capricieusement disposés, qui forment, à la côte, une sorte de défense naturelle contre les assauts de la mer.

Aucune végétation phanérogamique ne vient peupler ces rochers, la plupart recouverts à chaque marée par l'eau salée. Seuls des Algues et des Lichens habitent cette zone. M. Debray a fait une étude approfondie des Algues de la région (1); je n'insisterai pas sur ce sujet que j'ai tout à fait négligé.

Les Lichens y sont en petit nombre, au moins comme espèces : mais souvent on voit le *Verrucaria maura* Schœr. se développer en larges plaques noires, semblables à un badigeonnage au goudron. C'est l'espèce la plus caractéristique de cette zone. Plusieurs autres l'accompagnent, comme *Placodium murorum* DC., *Caloplaca aurantiaca* Krb. et un certain nombre d'autres espèces saxicoles qui prendront place plus loin.

Je n'ai jamais trouvé la moindre trace de *Roccella fuciformis* Ach. qu'on a signalé cependant sur les côtes de l'Ouest de la France, ni du *Ramalina scopulorum* Dicks., qui est si fréquent sur les rochers du Cotentin.

---

(1) F. Debray : *Les Algues marines du Nord de la France.* (Mém. de la Soc. des Sciences, des Arts et de l'Agriculture de Lille, 1883). — *Catalogue des Algues marines du Nord de la France* (Société Linnéenne du Nord de la France. Amiens, 1887). — *Florule des Algues marines du Nord de la France.* (Bulletin Scientifique, 1899, T. XXXII, p. 193).

La base de la falaise, parmi les derniers rochers, présente une lisière qui est rarement atteinte par l'eau salée. Le sol y est couvert généralement de gros galets ou de fragments irréguliers de rochers. Aucune plante spéciale ne se développe en cet endroit ; mais on y voit de temps en temps quelques échantillons très rares des espèces les plus halophiles qu'on retrouve plus haut sur l'escarpement de la falaise, ou même ailleurs encore dans les estuaires. C'est qu'en effet sous les débris de pierres amoncelés, se trouve un sol humide et compact formé par la marne bleue du Kimméridien, ou encore par des dépôts récents provenant de l'érosion des parties supérieures de la falaise, érosion produite soit par les eaux de pluie, soit par les filets d'eau qui y prennent naissance. Ceci explique la présence de plusieurs espèces, comme *Salicornia herbacea* L., *Suæda maritima* Dum. (un seul individu observé en 1895), *Glaux maritima* L., *Beta maritima* L., *Carex extensa* Good., *Atriplex hastata* L., forme maritime.

D'autres fois, si le sol, au-dessous des pierres, est presque uniquement formé de sables provenant de l'érosion ou des éboulements du Portlandien, comme cela se voit entre le Cren de Quette et la pointe du Gris-Nez, on rencontre quelques touffes du *Honkeneja peploides* Ehrh., d'*Agropyrum junceum* P. B , d'*A. acutum* Rœm. et Sch., de *Carex arenaria* L. et de *Psamma arenaria* Rœm. et Sch. (une seule touffe vigoureuse de ce dernier). Ces cinq espèces se développent plutôt dans le sable des dunes, mais dans cette base de falaise, trouvant un sol convenable, elles arrivent à former quelques petites colonies. Cependant par la force même des choses, leur extension sur un grand espace est impossible.

La zone de bordures des hautes marées est donc ici assez bien représentée comme espèces et offre un caractère mixte, dû, comme nous venons de le voir, à la constitution mixte du sol.

Viennent ensuite les escarpements généralement très abruptes de la falaise. La base, sur le Kimméridien, est souvent fort humide ; l'eau provient soit des sources qui naissent à la base des sables, soit de ruisselets, comme le ruisseau du Cren-aux-Œufs et le ruisseau de Quette, qui prennent leur source à quelques centaines de mètres dans l'intérieur des terres.

On y voit : *Cochlearia danica*, *Apium graveolens*, *Glaux maritima*, parmi les halophiles, puis *Hydrocotyle vulgaris*, *Samolus Valerandi*, *Triglochin palustre* et *Juncus glaucus*, parmi les espèces continentales.

Le cours de plusieurs filets d'eau est assez accidenté et forme des cascatelles très élégantes, quoique d'un volume très réduit. De nombreuses Mousses habitent le bord de ces ruisselets ; et, le long des cascades, trouvant dans les gouttes d'eau, qui sont projetées par la chute du courant, une condition de fraîcheur convenable, elles se développent avec une vigueur étonnante et forment de vrais tapis, recouvrant entièrement des pans de rochers verticaux, aussi loin que l'eau peut les atteindre. Parfois des torsades formées d'un enchevêtrement de tiges de Hypnacées (en particulier *Hypnum filicinum* L., *H. cuspidatum* L. et *Rhynchostegium rusciforme* Br. eur.) pendent au bord des rocs qui surplombent; l'eau tombant goutte à goutte le long de ces stalactites de Mousses leur permet d'atteindre un développement peu ordinaire.

A ce phénomène purement biologique vient s'en joindre un autre d'un ordre tout à fait minéralogique. L'eau contient une certaine quantité de carbonate de chaux en solution. Se trouvant répartie en couche mince sur les tiges et les feuilles des Mousses, elle perd facilement son acide carbonique et laisse déposer le carbonate de chaux. En un mot, ces eaux sont incrustantes. Les stalactites de Mousses sont peu à peu transformées en stalactites de pierre. Mais ces dernières offrent une structure poreuse et non massive, par suite de ce fait que les Mousses se détruisant par la base, laissent des cavités constituant le moulage en creux de leurs tiges. Le même phénomène se produit à la surface des rochers verticaux, où l'incrustation a lieu également sur une grande échelle. Il en résulte au bout d'un certain temps la formation de blocs importants de tufs calcaires poreux, qui, se trouvant faiblement fixés aux parois de la falaise, finissent, grâce à leur poids, par se détacher. Ces blocs vont alors se perdre au milieu des autres rocs de la base de la falaise, mais ils sont toujours reconnaissables à leur structure poreuse. Les plus beaux exemples de ces sources incrustantes sont à la falaise du Cren Barbier. Il en existe aussi auprès du Cren Poulet.

Plusieurs autres Muscinées, moins abondantes que les précédentes, se trouvent aussi dans les endroits humides des falaises : *Amblystegium riparium* Br. eur., *Bryum pseudotriquetrum* Schwægr., *Didymodon luridus* Horn., *Fissidens incurvus* Schwægr., *Eucladium verticillatum* Br. eur., *Pellia epiphylla* Corda. Dans les endroits plus secs on trouve surtout : *Hypnum purum* L., *Bryum atropurpureum* W. et M., *Barbula unguiculata* Hedw., *B. rigida* Schl., *Pottia lanceolata* Müll., *P. minutula* Br. eur., *Dicranella varia* Br. eur., *Fissidens taxifolius* Hedw., *Phascum cuspidatum* Hedw., *Lophocolea bidentata* Nees., *Jungermannia inflata* Huds., *Aneura multifida* Dum., pour ne citer que les plus communes.

En dehors des endroits les plus humides, sur le sol frais ou plus ou moins sec, on rencontre plusieurs espèces halophiles ; ce sont : *Silene maritima* With., *Crithmum maritimum* L., *Statice occidentalis* Lloyd, *Cochlearia danica* L., *Anthyllis Vulneraria* L., var. *maritima*, *Agrostis vulgaris* L., var. *maritima*, *Bromus mollis* L., var. *molliformis*, *Hippophae rhamnoides* L.

Le *Silene maritima* est très abondant dans cette région, mais au Nord il ne dépasse pas la pointe du Gris-Nez, bien qu'au-delà les conditions du sol paraissent encore être les mêmes. On le rencontre du haut en bas de la falaise, mais il est plus abondant sur la partie élevee. Cependant on ne le voit jamais se répandre sur les pelouses qui forment le plateau.

Le *Cochlearia danica* est également répandu dans toute cette partie de la falaise. Il recherche surtout les anfractuosités fraîches ou même humides des rochers. Il abandonne quelquefois les falaises, pour habiter les parties ombragées des murs en pierres sèches entourant les pâturages, jusqu'à 200 mètres environ du rivage. M. Boulay (1) l'a d'ailleurs constaté dans la Vallée-Heureuse, près de Marquise, à plus de douze kilomètres du bord de la mer. Mais c'est là une localité exceptionnelle pour la région. Sur les falaises, il est fréquemment attaqué par une Péronosporée, le **Cystopus candidus.**

L'*Anthyllis vulneraria*, var. *maritima*, abonde aussi sur plusieurs points : il est souvent associé au *Silene*, mais il peut s'écarter davantage du bord de la mer, et on le trouve quelquefois sur les pelouses du sommet, à la pointe du Gris Nez.

---

(1) N. Boulay : *Révision de la Flore des départements du Nord de la France*. III, 1880, p. 20

Le *Crithmum maritimum* est la plante la plus caractéristique de cette partie de la Côte. Sur tout le Littoral du Nord de la France, il n'a été indiqué qu'à Étaples. au bord de la Canche (Eloy de Vicq), et sur la digue de Mardyck, près de Dunkerque (Flahaut, *in* Boulay, *loc. cit.*) ; puis à la falaise du Cren-aux-Œufs. La première mention de cette plante est ancienne. En effet, dans un manuscrit(1) découvert à la Bibliothèque nationale par M. Ed. Bonnet, Gaston de France mentionne cette espèce comme ayant été trouvée « *in præruptis rupibus circa portum Gessoriacum, vulgo* Boulogne ». Il n'est pas possible d'affirmer que ce soit la localité du Cren-aux-Œufs, qui soit ainsi désignée dans ce manuscrit. Elle est assez distante de Boulogne (12 kilom. environ). Il est bien possible que le *Crithmum* ait existé dans les environs immédiats de la ville, et qu'il en soit disparu depuis le dix-septième siècle, étant donnés les changements tout à fait importants qui se sont faits dans les falaises par suite des éboulements et de l'affouillement de la mer. C'est M. Debray qui, en 1873 (2), a découvert cette localité du *Crithmum*, non pas au Cren Barbier, comme il a été dit quelquefois par erreur, mais au Cren-aux-Œufs. Il est particulièrement abondant en cet endroit, où il couvre d'assez grands espaces. Cependant il y est presque toujours rabougri ou en échantillons moins beaux que dans les autres parties de la falaise. Dans le pays, depuis quelques années, on en consomme les feuilles confites dans le vinaigre, sous le nom de *Perce-pierre du Gris-Nez*, par opposition à la *Perce-pierre d'Ambleteuse*, qui est le *Salicornia herbacea*. Ce fait ne paraît pas nuire jusque maintenant à la propagation de la plante. Car depuis quinze ans que je l'observe, je la vois se répandre de plus en plus, surtout vers le Nord, jusqu'au Cap Gris-Nez, dont d'ailleurs elle ne dépasse pas la pointe. Les graines sont, on le sait, munies d'un tissu spongieux qui leur permet de flotter longtemps sur l'eau. Comme les courants marins côtiers dans cette région ont leur direction générale du Sud au Nord, je croirais volontiers que le point de départ de la plante est le Cren-aux-Œufs et que ses graines sont transportées par la mer vers le Nord.

---

(1) Gaston de France : *Index plantarum Augustissimi principis, Regis patrui, Aurelianensium Ducis jussu et largitione in Gallia conquisitarum ab anno 1648 ad 1657.* — Cf. AFAS. Congrès de Limoges, 1890. p. 464.

(2) Eloy de Vicq : *Flore du département de la Somme.* Abbeville, 1883. — Cf. etiam : Giard : Bull. scientifique du département du Nord, 2e série, 2e année, 1879 (1880), p. 8 et suiv., et *Ibid.*. p. 266.

Le *Statice occidentalis*, peut être considéré comme très caractéristique également de cette partie de la falaise. Mais il est resté tout à fait localisé ; on ne le trouve en effet que sur un tout petit espace au Cren-aux-Œufs (1). Il y a été découvert en même temps que le *Crithmum* par M. Debray. Je l'observe presque chaque année, depuis 1885, et je le vois se maintenir, mais il ne paraît pas se propager. Tel qu'il est actuellement il suffirait d'un de ces éboulements si fréquents dans la région pour le faire disparaître.

J'ai indiqué le *Polygonum maritimum*, au cap Gris-Nez, en 1894 (2). J'en avais en effet rencontré quelques pieds tout au sommet de la falaise, entre le Cren des Sillers et le Cren de Quette, sur les argilosables portlandiens. Un éboulement survenu depuis, en 1897, je crois, l'a fait disparaître, et mes recherches pour le retrouver ailleurs ont été vaines. Cette espèce avait été indiquée déjà par Gaston de France (3) « *in pratis maritimis circa portum Gessoriacum vulgo* Boulogne. » Elle n'avait jamais été revue depuis ; je crois que sa présence à l'endroit où je l'ai rencontrée était accidentelle, car elle se trouvait au bord du sentier fréquenté par les douaniers et les promeneurs. Elle n'appartient pas d'ailleurs à la flore maritime du Nord de la France, bien qu'on la trouve encore assez fréquemment sur les côtes de Normandie. Les échantillons appartenaient à la variété *Raii* Babgt.

L'*Hippophae rhamnoides* forme un seul buisson au sommet de la falaise sableuse, presque en face du Phare.

A côté de ces espèces maritimes, les espèces continentales, généralement en petit nombre, qui sont les plus fréquentes, sont : *Sinapis arvensis*, *Trifolium fragiferum*, *Sedum acre*, *Tussilago Farfara*, *Samolus Valerandi*, *Anagallis arvensis*, *Holcus lanatus*, *Festuca ovina*.

Des pelouses presque horizontales d'une largeur variable couronnent les falaises. Ce sont d'excellents pâturages pour les moutons. Mais la dent de l'animal se charge de tout niveler ; la pelouse, en effet, ne porte en général qu'une herbe très courte.

---

(1) La localité a été faussement désignée sous le nom de Cren Barbier ; mais le *Statice* n'existe qu'au Cren-aux-Œufs.

(2) G. de Lamarlière : *Contribution à la flore du Pas-de-Calais*. Feuille des jeunes naturalistes, 1894, n° 290. p. 30

(3) Gaston de France. *loc cit*.

La plante la plus caractéristique de cette zone est certainement l'*Armeria maritima*, dont les tiges gazonnantes, partout d'une souche unique, forment une masse serrée hémisphérique, qui se confond de loin avec les vieilles taupinières. L'*Armeria* se développe déjà bien sur les escarpements des falaises en compagnie du *Silene maritima* et de l'*Anthyllis vulneraria*, var. *maritima*. Mais seul (sauf de rares exceptions pour l'*Anthyllis*), il remonte sur les pelouses. Il peut même s'éloigner du bord de la falaise. On sait d'ailleurs que cette espèce se cultive très bien en bordure dans les jardins sous le nom de *Gazon d'Espagne*, loin du climat maritime. L'*Armeria* se développe aussi sur les talus gazonnés, adossés aux murs en pierres sèches, lorsque ceux-ci font face à la mer et aux vents d'Ouest. Dans ces conditions mêmes, il devient souvent envahissant, au point de supprimer, sur d'assez grands espaces, toutes les autres plantes. Mais pour peu que, à égale distance de la mer, les talus soient dans une direction perpendiculaire à la côte, ou du côté du mur opposé à la direction du vent d'Ouest, l'*Armeria* fait défaut, ou bien il ne se présente qu'en individus isolés ou peu vigoureux. Cette observation démontre que si les embruns salés ne lui sont pas indispensables, ils lui sont au moins tout à fait favorables. En outre, si l'*Armeria* est commun sur les pelouses fréquentées seulement par les moutons, il est très rare ou manque complètement dans les pâturages enclos, même situés très près du bord de la mer, et qui sont réservés aux bœufs et aux chevaux. Je ne saurais dire s'il y a là un fait attribuable à la différence dans la fumure, ou bien si c'est un résultat physique du piétinement par le sabot d'animaux de grande taille, qui serait nuisible à la plante.

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE

PUBLIÉS PENDANT LES ANNÉES 1894-1899 *(Suite)*

La partie supérieure de la zone forestière est occupée par les Conifères : l'*Abies excelsa* et l'*A. alba* sont les espèces les plus répandues. Le premier s'élève à une altitude plus considérable que le second, qui préfère les expositions plus chaudes. L'*Abies alba* est plus commun dans l'extrême ouest que l'*A. excelsa ;* ailleurs il est plus rare, surtout en Moldavie ; dans cette dernière région le *Pinus sylvestris* est plus commun que dans les autres parties de la Roumanie. Parmi les Conifères, le *P. Pallasiana* mérite une mention spéciale ; commun dans la région méditerranéenne orientale (péninsule des Balkans) dans les montagnes de la Crimée et du Caucase, cet arbre ne se retrouve guère en Roumanie que dans les montagnes de Mehedinti vers la frontière du Banat.

De nombreuses plantes herbacées accompagnent les Conifères ; les unes s'abritent à leur ombre, les autres couvrent les clairières ou les pâturages subalpins. L'auteur donne l'énumération des premières qui s'élève à 121 espèces, dont 22 endémiques ; la liste des secondes se monte à 172 dont 26 endémiques ; le terme d'endémique doit s'appliquer non seulement aux espèces propres à la Roumanie, mais encore à celles qui s'étendent sur la chaîne des Carpathes.

Le Hêtre s'étend sur une zone dont les limites sont comprises ordinairement entre 500 et 1250 m., mais qui peuvent atteindre 1490 m. Vers la limite supérieure se montrent les *Betula verrucosa* et *pubescens*, qui atteignent leur plus grand développement dans la Moldavie, dont le climat froid leur convient mieux que celui des autres parties de la Roumanie. Vers la limite inférieure, on observe le *Carpinus Betulus*, et dans des situations plus isolées, l'*Acer Pseudo-Platanus*, le *Fraxinus Ornus*, et, vers la frontière du Banat, le *Syringa vulgaris*. Le nombre des espèces herbacées sylvicoles de la région du Hêtre s'élève à 122 ; celui des espèces herbacées ou suffrutescentes habitant les prairies, se monte à 143 ; 22 parmi les premières, et 29 parmi les secondes sont endémiques, c'est-à-dire, sauf peu d'exceptions, exclusivement daces.

La région du Chêne comprend, d'une manière générale, les basses montagnes et les collines, et s'arrête aux plaines. Cet arbre forme d'immenses forêts entre le Danube et le Jiu, l'Olt et l'Arges, en Valachie, et entre le Sereth et le Pruth, en Moldavie. Parmi les *Quercus*, on rencontre principalement les *Q. Robur* et *sessiliflora* dans les parties hautes, et les *Q. Cerris* et *conferta* dans les parties basses. Avec le Chêne se trouvent mélangés d'autres arbres. Ainsi le Noyer se trouve à l'état spontané, vers la limite inférieure du Hêtre, non pas en grandes masses mais par petits groupes ; introduit en Roumanie, le Châtaigner y est rare; l'Erable, le Charme, le Peuplier sont assez communs ; aux Peupliers se mêlent fréquemment les Aunes et divers Saules. Enfin, parmi les arbrisseaux les plus répandus, M. Grecescu cite les Nerpruns, les Noisetiers, les Cornouillers, les Sureaux, les Pruniers épineux, les Aubépines, etc.

Quant aux espèces herbacées de la région du Chêne, l'auteur donne des listes assez détaillées, tant des espèces des prés ou des bois qui sont communes dans toute la Roumanie, que de celles qui sont localisées dans certaines provinces, en signalant : 1° celles qui sont particulières à la Roumanie proprement dite ; 2° les endémiques daces, c'est-à-dire celles qui sont spéciales à la Roumanie et aux régions voisines (Transylvanie, Banat, etc.) ; 3° les endémiques daco-mésiennes, c'est-à-dire celles qui sont particulières à la région du Danube inférieur. Les espèces qui sont répandues dans tout le territoire roumain appartiennent en général au domaine forestier européen. Il n'en est pas ainsi des espèces localisées dans diverses provinces de la Roumanie ; ces espèces appartiennent pour la plupart à la flore balkano-caucasique (Bosnie, Serbie, Dobroudja, provinces du Caucase), à la flore littorale Adriatico-égéenne, et, pour une faible partie à la flore méditerranéenne occidentale.

La végétation des steppes est caractérisée par le manque d'arbres. La sécheresse du climat ne leur permet de s'établir que dans le voisinage des cours d'eau. Les arbustes sont fréquemment épineux ; les plantes herbacées sont revêtues d'une pubescence laineuse ou tomenteuse, ou bien leur épiderme est faiblement pourvu de stomates, conditions empêchant une évaporation trop rapide.

On peut, dans la végétation des steppes, distinguer quatre formations différentes : celle des steppes arides, celle des marais et des eaux, celle des sables, celle des régions salées.

Dans les steppes arides, la végétation frutescente est représentée par quelques espèces formant des buissons (*Crataegus*, *Prunus*, etc.) ; la végétation herbacée forme des pâturages qui n'ont plus l'aspect luxuriant des prairies alpines ; elle est composée d'espèces annuelles disparaissant avec le printemps, de Graminées à chaumes durs, ou de plantes sèches et épineuses.

La formation des marais occupe les nombreuses dépressions qu'offrent les steppes roumaines.

La formation des sables recouvre principalement les dunes de la région du bas Danube.

Enfin, la formation des plantes halophiles s'étend dans le voisinage des lacs salés, fréquents en Valachie et en Moldavie.

Toutes ces formations ne renferment qu'un très petit nombre d'espèces endémiques; elles empruntent une faible partie de leurs éléments aux régions signalées plus haut, à propos de la végétation herbacée de la région du Chêne.

En résumé, d'après M. Grecescu, la Roumanie ne possède pas une flore spéciale; mais, au point de vue de la Géographie botanique, elle fait partie de la vaste région qui est comprise entre la Theiss, le Danube, la mer Noire et le Dniester, et dont la flore doit recevoir le nom de Flore dace. Ce terme, on le voit, est pris dans une acception plus large que par M. Pax.

Le *Conspectus* de la Flore Roumaine comprend 2450 espèces; ce chiffre est supérieur à celui de la Flore transylvaine qui compte 2276 espèces, et inférieur à celui que M. Velenowsky assigne à la Flore bulgare, et qui s'élève à 2650.

Les matériaux utilisés par M. Grecescu sont ceux qui lui ont été fournis par l'*Herbier de la Flore de Roumanie*. Il n'a admis dans son ouvrage que les plantes vues et recueillies par lui. Toutes ses citations s'appuient donc sur des documents parfaitement authentiques. Quant aux notions de géographie botanique dont on vient de lire l'analyse, M. le D^r^ Grecescu est, croyons-nous, le premier à les avoir formulées d'une manière aussi étendue et aussi complète.

Sur la flore de Bulgarie, a paru la suite des études de M. VELENOWSKY, faisant connaître quelques espèces nouvelles pour ce pays (1).

---

(1) Velenowsky : *Flora Bulgarica*. Suppl. I. — Prague, 1898. — *Nachträge zur Flora von Bulgarien* IV-VI (*Sitz. Gess. Wiss. Prag.*, 1894-1895-1898).

(A suivre). E. DRAKE DEL CASTILLO.

425 — Lille Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

C. Raunkiær : *De danske blomsterplanters naturhistorie.* Foerste Bind : *Enkimbladede.* Kjobenhavn 1895-1899.

Karl Fristsch : *Schulflora für die Osterreichischen Sudeten und Alpenlander (mit Ausschluss des Küstenlandes). Schulausgabe der « Excursionsflora für Osterreich ».* Wien, 1900.

Törnquist : *Researches into the Monograptidæ of the Scanian Rastrites berds* (Acta Universitatis Lundensis, XXXV, 1899).

Wallin : *On egendomliga innehällskroppar hos Bromeliaceernea* (Ibid.).

Murbeck : *Contribution à la connaissance des Plombaginees. — Graminées de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie* (Ibid.).

A.-G.-Agardh : *Analecta algologica, continuatio* (Ibid.)

Berg : *Studien über Rheotropismus bei den Keimwurzeln der Pflanzen* (Ibid.).

Charles Richet : *Distionnaire de Physiologie.* Troisième fascicule du Tome IV, Paris, 1900.

A. Engler : *Die Entwickelung der Pflanzengeographie in den letzten hundert Jahren und weitere Aufgaben derselben.* Berlin, 1899.

Grecescu : *Plantes de la Macédoine appartenant au vilayet de Monastir.* Bucarest, 1899.

Clark : *On the toxic effect of deleterious agents on the germination and developpement of certain filamentous fungi* (Botanical Gazette, Chicago, 1900).

Drake del Castillo : *Les Vermonia de Madagascar.* Paris, 1899.

R. Zeiller : *Eléments de Paléobotanique.* Paris, Carré et Naud, 1900.

Debray : *Florule des Algues marines du Nord de la France* (Bull. scientif. de la France et de la Belgique. T. XXXII, 1899, p. 1).

Campbell : *Studies of the Araceæ* (Annales of Botany, March, 1900, p. 1).

Howard : *On a Disease of Tradescantia* (Ibid., p , 27).

Worsdell : *The structure of the Female Flower in Coniferae. An Historical Study* (Ibid., p. 39.

Hill : *The structure and developpment of Triglochin maritimum* (Ibid. p. 39).

Sewards and Gowan ; *The Maidenhair Tree* (Ginkgo biboba L.) (Ibid., p. 109).

W. Dayton Merrell : *A contribution to the life history of Silphium* (Botanical gazette, Chicago, February 1900).

G. Lagerheim : *Stockholms Högskola 1878-1898. Botaniken och det botaniska institutet* (Travaux de l'Institut de Botanique de l'Université de Stockholm. I, 1898.

Knut Bohlin ; *Studier öfver några slägten af alggruppen Confervales Borzi.* (Mit einem deutschen Résumé) (Ibid.).

— *Die Algen der ersten Regnell'schen Expedition. I. Protococcoideen* (Ibid.).

G. Lagerhein : *Technische Mittheilungen, I, II,* (Ibid.).

— *Sagina Normaniana S. Linnæi Presl.* × *S. procumbens L.* (Ibid.).

— *Mykologische Studien. I. Beiträge zur Kenntnis der parasitischen Pilze, 1—3* (Ibid.).

O. Rosenberg : *Studien über die Membranschleime der Pflanzen, I. Zur Kenntniss des Samenbaues von Magonia glabrata St. Hil.* (Ibid.).

— *II. Vergleichende Anatomie der Samenschale der Cistaceen* (Id.).

— *Ueber die Transpiration der Halophyten* (Ibid.).

— *Ueber die Verwendung von Prodigiosin in der botanischen Mikrotechnik* (Ibid.).

Knut Bohlin : *Morphologische Beobachtungen über Nebenblatt-und Verzweigungsverhältnisse einiger andinen Alchemilla Arten* (Ibid. II, 1898).

O. Borge : *Ueber tropische und subtropische Süsswasser-Chlorophyceen* (Ibid.).

— *Süsswasseralgen von Franz Josefs-Land, gesammelt von der Jackson-Harmsworth'schen Expedition* (Ibid.).

Astrid Cleve : *Notes on the plankton of some lakes in Lule Lappmark, Sweden* (Ibid.).

Hans Euler : *Ueber den Einfluss der Elektricität auf Pflanzen. I.* (Ibid.).

G. Lagerheim : *Ueber die Bestaubungs- und Aussäungseinrichtungen von Brachyotum ledifolium Desr. Cogn.* (Ibid.).

— *Beiträge zur Kenntniss der Zoocecidien des Wachholders (Juniperus communis L.)* (Ibid.).

— *En svampepidemi på bladlöss sommaren 1896* (Mit einem deutschen Résumé) (Ibid.)

— *Ueber ein neues Vorkommen von Vibrioiden in der Pflanzenzelle* (Ibid.).

A. Luther : *Ueber Chlorosaccus, eine neue Gattung der Süsswasseralgen, nebst einigen Bemerkungen zur Systematik verwandter Algen* (Ibid.).

O. Rosenberg : *Physiologisch-cytologische Studien über Drosera rotundifolia L.* (Ibid.).

Carl Joh. Svendsen : *Ueber ein auf Flechten schmarotzendes Sclerotium* (Ibid.).

A. Olbers Wester : *Bidrag till kännedomen om Linnéblommans morfologi och anatomi (Mit einem deutschen Résumé* (Ibid.).

Albert Maige : *Recherches biologiques sur les plantes rampantes* (Ann. sc. nat., 8e série, T. XI, 1900).

M.-L. Planchon : *Influence des divers milieux chimiques sur quelques Champignons du groupe des Dématiées* (Ibid.).

L. Guignard : *L'appareil sexuel et la double fécondation dans les Tulipes* (Ibid.).

Sauvageau : *Les Cutlériacées et leur alternance de génération* (Ibid.).

R. Halphen : *Miroir des fleurs, guide pratique du jardinier amateur en Chine au XVIIe siècle, traduit du chinois* (Paris, Plon, éditeur, 1900).

Hubert Jacob de Cordemoy : *Gommes, résines d'origine exotique et végétaux qui les produisent* (Paris, Challamel, éditeur, 1900).

Bourquelot : *Notes sur les albumens cornés* (Paris, Douin, éditeur, 1899).

Henri Jumelle : *Le Cacaoyer, sa culture et son exploitation dans tous les pays de production* (Paris, Challamel, éditeur, 1900).

Oscar Loew : *The physiological rôle of mineral nutrients* (U. S. Department of agriculture, Bulletin n° 18, Washington, 1899).

Ludwig Klein : *Das Botanische Institut in Karlsruhe*, 1899.

— *Die physiognomie der mitteleuropäischen Waldbäume, avec 55 photographies* (Karlsruhe, Jahrans, éditeur, 1899).

L. Jost : *Die Theorie der Verschiebung seitlicher Organe.* (Extrait du « Botanische Zeitung », Leipzig, 1899.

Georg Sarauw : *Les bruyères préhistoriques des pays baltiques* (Copenhague, Imprimerie de Thiele, 1899).

Ernest De Bergevin : *Liste de quelques plantes récoltées en Algérie, Province d'Oran* (Rouen, Julien Lecerf).

Arrigo Lorenzi : *Una questione relativa alla nomenclatura delle stazioni acquatiche* (Udine, Doretti, 1900).

— *La Vegetazione lacustre* (Revesta geographica italiana, anno VI, 1899.

Hochreutiner : *Dissémination des graines par les poissons* (Bulletin du Laboratoire de Botanique générale de l'Université de Genève, 1899).

W. Johannsen : *Das Ether-Verfahren beim Frühtreiben* (Iéna, Fischer, 1900).

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Juin 1900

N° 138

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

LIVRAISON DU 15 JUIN 1900

Pages

I. — L'ASSIMILATION CHLOROPHYLLIENNE DANS LA LUMIÈRE SOLAIRE QUI A TRAVERSÉ DES FEUILLES, par **M. Ed. Griffon** 209

II. — LA VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES (avec planches et figures dans le texte), par **F. Boergesen** et **Ove Paulsen** (*suite*). 224

III. — NOTE SUR LA FLORE MARITIME DU CAP GRIS-NEZ (PAS-DE-CALAIS), par **M. L. Géneau de Lamarlière** (*fin*). 246

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 8. — Lagunes avec végétation de Rhizophores.
Planche 9. — *Rhizophora Mangle*.
Planche 10. — Rhizophores, *Laguncularia racemosa et Avicennia nitida*.

Cette livraison renferme en outre quarante-six gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

L'ASSIMILATION CHLOROPHYLLIENNE

DANS LA LUMIÈRE SOLAIRE QUI A TRAVERSÉ DES FEUILLES (1).

par M. Ed. **GRIFFON**.

INTRODUCTION.

Depuis les recherches de Timirjazeff (2), Reinke, Engelmann, on sait que le phénomène de la décomposition de l'acide carbonique est lié à l'absorption par la substance verte des feuilles, de certaines radiations lumineuses dont les longueurs d'onde sont connues.

Timirjazeff a montré, en outre, que la lumière blanche qui a traversé une dissolution de chlorophylle est devenue incapable de provoquer dans des tissus verts le phénomène de l'assimilation, et cela, quelle que soit l'intensité de la lumière incidente. Une telle lumière est, en effet, privée des radiations qui, emmagasinées dans les chloroleucites, sont la source de l'énergie nécessaire à la décomposition de l'acide carbonique.

Dans la nature, la lumière solaire qui frappe une feuille n'a jamais, il est vrai, traversé une solution de chlorophylle ; mais, par contre, elle peut avoir traversé une ou plusieurs feuilles vertes. Il était intéressant de savoir ce que devient dans ce cas la faculté assimilatrice de la lumière ; autrement dit, une feuille qui ne reçoit de radiations lumineuses que celles qui ont traversé d'autres feuilles est-elle capable de décomposer l'acide carbonique ?

La question ne peut pas être résolue *a priori* en se basant simplement sur l'expérience du savant physiologiste russe. Il y a, en effet, de grandes différences entre une feuille et une dissolution de chlorophylle. Dans une feuille, la matière verte n'est pas uniformément répandue ; elle est localisée dans les chloroleucites, lesquels sont plus ou moins régulièrement disposés dans le protoplasme et très souvent le long des parois. Quand le tissu est palissadique, cette disposition pariétale est très nette et laisse libre toute la partie centrale des cellules qui sont, comme on sait, allongées perpendiculairement à la surface de la feuille ; mais une partie de la lumière incidente peut alors atteindre les tissus sous-jacents, sans être absorbée en chemin par la matière verte ; certains anatomistes pensent précisément qu'une des raisons d'être du tissu palissadique est de permettre l'éclairement des parties profondes des feuilles, afin que la décomposition de l'acide carbonique puisse s'y produire d'une façon notable. De plus, même quand les grains de chlorophylle sont irrégulièrement distribués dans la masse protoplasmique, il se produit toujours des réflexions à leur surface ainsi que sur la paroi cellulaire qui permettent à une partie de la lumière de traverser les cellules. On sait, du reste, d'après Timirjazeff (1), que les différences entre le spectre d'une dissolution de chlorophylle et celui des feuilles disparaissent, si l'on admet, dans la fente du spectroscope, un mélange de lumière ayant traversé la teinture verte et de lumière blanche, afin d'imiter ce qui a lieu naturellement lorsque la lumière solaire traverse une feuille vivante. Enfin il est difficile de comparer quant à l'épaisseur une feuille verte et une dissolution de chlorophylle ; j'ai eu l'occasion de montrer ailleurs au sujet des propriétés physiologiques de l'anthocyanine des feuilles rouges, combien il est imprudent de généraliser des résultats obtenus expérimentalement il est vrai, mais dans des conditions plus ou moins différentes de celles qui sont réalisées dans la nature (2).

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) Timirjazeff : *Sur la décomposition de l'acide carbonique dans le spectre solaire par les parties vertes des végétaux* (C. R. Acad., t. LXXXI, p. 1236, 1877).

Ajoutons toutefois que dans les feuilles la lumière est absorbée non seulement par la chlorophylle, mais encore par le protoplasme incolore, le suc cellulaire et les membranes.

Sachs (3) a étudié la pénétration des rayons lumineux dans les plantes ; il a montré que les rayons les plus réfrangibles sont presque complètement absorbés dans les assises cellulaires superficielles et que les rayons rouges au contraire pénètrent plus profondément.

---

(1) Timirjazeff : Ann. Sc. nat. Bot., 7e Série ; t. 10, p. 99, 1885.

(2) Ed. Griffon : *L'assimilation chlorophyllienne et la coloration des plantes* (Ann. Sc. nat. Bot., 8e Série ; t. 10, p. 57, 1899).

(3) Sachs : *Ueber die Durchleutung der Pflanzentheile* (Sitzungsb. d. Wien. Akad., 1860 ; XLIII).

Detmer (1) a confirmé les résultats obtenus par Sachs ; il a observé par exemple qu'une feuille de *Syringa* laisse passer le rouge, l'orangé, le jaune avec du vert, le tout un peu affaibli ; avec deux feuilles, le rouge et l'orangé presque seuls passent ; une tranche de pomme de terre de 17 millimètres laisse passer les rayons les moins réfrangibles très affaiblis avec une trace de bleu.

Nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir plus loin (§ V) sur le spectre des feuilles.

Reinke (2) a montré que l'absorption est relativement plus forte chez les rayons de réfrangibilité supérieure, même dans les parties en apparence incolores des cellules ; il a cherché à déterminer dans les feuilles vertes le coefficient d'absorption dû à la chlorophylle, en comparant à cet effet une feuille verte et une feuille semblable qui a séjourné dans l'alcool.

Engelmann (3) a aussi constaté cette absorption dans les tissus incolores, mais il pense que la raison en doit être cherchée moins dans le protoplasme comme le veut Reinke que dans les membranes cellulaires. Il pense, en outre, qu'il est impossible de déterminer exactement les coefficients d'extinction des chromophylles vivantes, en comparant l'absorption du tissu coloré vivant et du tissu mort, décoloré par l'action de l'alcool. Les valeurs obtenues pour les coefficients d'extinction des feuilles mortes décolorées seraient généralement trop fortes par suite de la diminution de transparence due au durcissement du protoplasme.

Enfin, d'après Detlefsen (4), quand une feuille assimile fortement, elle affaiblit davantage la lumière qui passe que quand elle assimile peu.

(1) Detmer : Manuel technique de Physiologie végétale. Trad. Micheli. Paris ; Reinwald. 1890, p. 13.

(2) Reinke : *Photometische Untersuchungen über die Absorption des Lichtes in den Assimilations Organen* (Bot. Zeit., p. 161, 1886).

(3) Engelmann : *Les couleurs non vertes des feuilles et leur signification pour la décomposition de l'acide carbonique à la lumière* (Archives néerlandaises, t. XXII, p. 1-56, 1888).

(4) Detlefsen : Arbeiten d. bot. Inst. zu Würzburg., 1888. Wollny's Forschungen, XII, 125.

Comme on le voit, tous les résultats qui précèdent, malgré leur grand intérêt, ne nous permettent nullement de répondre à la question posée au début de ce travail ; aucun d'eux ne peut faire connaître ce que devient l'assimilation derrière une certaine épaisseur de tissu vert ou incolore.

Nagamatz (1) a essayé de résoudre le problème. En plaçant une feuille derrière une autre, il a vu que la formation de l'amidon était arrêtée ; or, il a remarqué que le mésophylle de la feuille recouvrante n'avait pas plus de 200 μ d'épaisseur, ce qui concorde bien, selon lui, avec ce fait observé par Sachs, à savoir que chez les plantes grasses (*Cereus*, *Opuntia*, etc.), la couche de tissu qui renferme de la chlorophylle est toujours très faible. Malheureusement la méthode de la formation d'amidon ne permet pas d'apprécier en toute sécurité le phénomène de l'assimilation.

J'ai remarqué notamment, en étudiant les échanges gazeux des plantes rouges, des plantes chlorotiques et des plantes qui vivent dans les terrains salés, que très souvent il peut ne pas y avoir formation d'amidon, alors que la décomposition de l'acide carbonique a pourtant lieu, et qu'il n'y a pas proportionnalité entre les quantités d'amidon produit et les valeurs correspondantes de l'énergie assimilatrice, celle-ci étant mesurée par les volumes d'oxygène dégagé ou d'acide carbonique décomposé.

On sait en effet aujourd'hui que, contrairement à ce que croyait Sachs (2), tout le carbone fixé ne passe pas nécessairement dans les grains d'amidon. D'après Schimper (3), l'amidon serait un produit de condensation du glucose qui apparaîtrait seulement lorsque le taux de ce dernier atteint un maximum variable avec les espèces végétales ; ce serait une forme de réserve du saccharose selon MM. Brown et Morris (4). Saposchnikoff (5) même, en comparant les quantités d'acide carbonique décomposées et d'hydrates de carbone formées, trouve que la quantité de carbone contenue dans les sucres et l'amidon réunis est inférieure à la quantité de carbone absorbée ; que par suite, du carbone serait fixé directement sur des matières capables de se transformer immédiatement en matières albuminoïdes.

---

(1) Nagamatz : *Beitruge zur Kenntniss der Chlorophyllfunktion* (Arbeiten d. bot. Inst. zu Würzburg. Band. 3, p. 399, 1887).

(2) Sachs : Bot. Zeit. 20, 365 et 1864, p. 269. = Arbeit. d. bot. Instit. zu Würzburg., 3, 1884. I.

(3) Schimper : Bot. Zeit., 1880, p 881 ; 1881. p. 186 et 1883, n^{os} 7 et 10.

(4) Brown et Morris : Journal of the Chemical Society, 1890, p. 458 et 1893, p. 660.

(5) Saposchnikoff : Berichte d. deut. bot. Gesell., 1889, p. 259 ; 1390. p. 233.

Ainsi donc, à raison de la méthode employée, les conclusions de Nagamatz demeurent incertaines.

D'autres expérimentateurs ont abordé le problème en employant cette fois la méthode de l'évaluation des quantités d'acide carbonique décomposé, mais ils l'ont fait d'une manière forte indirecte, étant donné que la résolution de ce problème ne constituait pas l'objet de leurs recherches : c'est pourquoi, des résultats qu'ils ont obtenus, il est difficile de tirer quelque chose de précis pour élucider la question qui nous préoccupe.

Ainsi, M. Daniel (1) constate que des capitules de Composés vidés assimilent, bien que la lumière soit obligée de traverser des plages de sclérenchyme ; mais on ne peut pas déduire de ce résultat quelle est l'intensité avec laquelle le tissu fibreux absorbe les radiations lumineuses, ni quelle est l'épaisseur de ce tissu qui entraverait le phénomène assimilateur.

M. de Lamarlière (2), en étudiant les Ombellifères, a bien trouvé qu'à surface égale, les feuilles à deux ou trois assises en palissade superposées (*Seseli, Fœniculum*), assimilent deux ou trois fois plus que les feuilles qui n'ont qu'une seule de ces assises (*Angelica silvestris, Heracleum*). Mais l'auteur compare le plus souvent entre elles des plantes appartenant non seulement à des espèces différentes, mais encore à des genres différents. Le tissu palissadique et le tissu lacuneux présentent alors de grandes variations, et si l'on ajoute à cela qu'il peut y avoir d'autres facteurs qui influent sur l'énergie assimilatrice que ceux tirés de la structure (3), on comprend qu'il soit impossible de se baser sur ces résultats pour savoir quelle est l'importance du rôle d'écran joué par les assises supérieures vis-à-vis des assises inférieures, rôle que l'auteur considère comme étant à peu près nul.

On ne peut pas davantage s'en référer aux résultats obtenus par le même expérimentateur sur l'assimilation comparée de feuilles de la même espèce cette fois, ayant crû les unes à l'ombre, les autres au soleil (1), ni aux recherches de M. Gaston Bonnier sur l'assimilation des plantes de la plaine comparée à celle des mêmes espèces croissant sur les hauteurs des Alpes (2).

---

(1) Daniel : Ann. Sc. nat. Bot., 7e Série, t. 11, p. 1.

(2) L. Géneau de Lamarlière : Thèse de Doctorat, Paris. 1893.

(3) Griffon : *Loc. cit.*

Dans ces dernières expériences, comme d'ailleurs dans celles que j'ai exécutées moi-même sur l'énergie assimilatrice des plantes inégalement vertes, appartenant à des variétés ou à des espèces voisines, des plantes qui se sont développées à des températures différentes (3), les feuilles comparées diffèrent entre elles, non seulement par la structure du mésophylle, mais encore par le nombre, la répartition et la teinte des chloroleucites, en sorte qu'il serait illusoire de chercher à dégager une réponse à la question qui a été posée au début de ce travail.

Les expériences de Nagamatz seules semblaient devoir permettre la résolution du problème, mais la méthode employée était défectueuse. Je me suis proposé de les reprendre et de les étendre à des sujets voisins tels que la recherche du rôle qui revient à la chlorophylle, au protoplasme et aux membranes, de l'influence du couvert des plantes, mais en appréciant cette fois l'intensité du phénomène assimilateur par l'évaluation des gaz absorbés ou dégagés et non par la production de l'amidon.

EXPÉRIENCES.

Je me suis servi à cet effet d'éprouvettes plates enduites d'un vernis noir au sommet et sur les côtés, de façon que la lumière ne puisse arriver à l'intérieur que par les deux faces planes. J'appliquais sur ces deux faces des portions rectangulaires de feuilles d'une espèce donnée que je maintenais en place au moyen de quelques anneaux de caoutchouc ; dans l'intérieur de ces éprouvettes se trouvait de l'air chargé d'acide carbonique (5 à 10 p. 100) ; une feuille de Troëne (*Ligustrum ovalifolium*) reposait dans cet air sur le mercure ; et, par des analyses faites avant et après l'expérience, je pouvais savoir si cette feuille assimilait ou non derrière l'écran appliqué sur les parois des éprouvettes (1). Celles-ci étaient descendues dans un cristallisoir plein d'eau continuellement renouvelée et exposé soit à la lumière directe, soit à la lumière diffuse. De cette façon, la température ne s'élevait pas trop dans les éprouvettes, et les feuilles placées contre la paroi ne se desséchaient pas pendant la durée des expériences. Des éprouvettes témoins se trouvaient à côté des précédentes ; les unes n'étaient pas recouvertes et recevaient par conséquent toute la lumière ; les autres étaient complètement noircies, en sorte que les feuilles qu'elles contenaient se trouvaient à l'obscurité.

---

(1) L. Géneau de Lamarlière : Revue générale de Botanique, 1892.

(2) G. Bonnier : Ann. Sc. nat. Bot., 7e Série. t XX, p. 217.

(3) Griffon : *Loc. cit.*

Parmi les nombreuses expériences que j'ai exécutées, je ne citerai que les plus caractéristiques, chacune d'elles ayant été contrôlée par plusieurs autres.

§ 1. L'ASSIMILATION DANS LA LUMIÈRE SOLAIRE QUI A TRAVERSÉ UNE SEULE FEUILLE VERTE.

J'ai d'abord opéré en ne recouvrant les deux faces des éprouvettes que par une seule feuille. J'ai commencé par des feuilles ayant un mésophylle peu épais et j'ai terminé cette série d'expériences en me servant d'autres feuilles dont le mésophylle était au contraire très développé.

Expérience du 6 Juillet 1899. — Les feuilles employées sont celles de l'Érable plane (*Acer platanoides*) et de Hêtre (*Fagus silvatica*).

Durée de l'expérience : 4 heures. Soleil. Température : 17°

Air initial . . . $CO^2 = 9{,}80$ °/₀.

Air final . . . Érable : $CO^2 = 3{,}65$. CO^2 décomposé $= 6{,}15$
Hêtre : $CO^2 = 4{,}71$. CO^2 décomposé $= 5{,}09$

Il y a donc eu assimilation derrière une feuille d'Érable plane et de Hêtre. Les volumes d'air employés étant égaux et la surface de la feuille de Troëne étant la même dans les deux cas, la feuille d'Érable a été plus perméable que celle de Hêtre. Ce résultat concorde bien d'ailleurs avec la structure. En effet chez le Hêtre, le mésophylle mesurait 140 μ et les chloroleucites étaient faiblement colorés en vert (feuille assez pâle) ; chez l'Érable il mesurait 77 μ seulement, mais les chloroleucites étaient très gros, granuleux et plus verts que dans le Hêtre.

---

(1) Toutes les analyses ont été faites à l'aide de l'appareil de MM. Bonnier et Mangin.

Expérience du 7 Juillet 1899. — Les feuilles employées sont celles de Châtaignier (*Castanea vulgaris*), de Marronnier (*Æsculus Hippocastanum*) et de Chêne (*Quercus Robur*).

Durée de l'expérience : 2 heures. Soleil. Température : 17°.

Air initial . . . $CO^2 = 9,80$ °/₀.
Air final . . . Châtaignier : $CO^2 = 7,75$. CO^2 décomposé $= 2,05$
Marronnier : $CO^2 = 7,50$. CO^2 décomposé $= 2,30$
Chêne : $CO^2 = 8,80$. CO^2 décomposé $= 1,00$

Les volumes d'air employés sont égaux et les feuilles de Troëne mises à assimiler identiques.

Il y a donc encore assimilation derrière une feuille. Celle de Chêne s'est montrée moins perméable à la lumière par suite de sa grande richesse en chlorophylle ; elle était bien plus verte que les deux autres ; l'épaisseur de son parenchyme était de 100 μ à peu près comme chez le Marronnier. Chez le Châtaignier, la perméabilité a été un peu plus faible que chez le Marronnier et pourtant la feuille était moins épaisse (80 μ au lieu de 100), mais les cellules palissadiques étaient larges et moins allongées ; peut-être serait-ce là une preuve que le tissu palissadique est réellement adapté, comme je l'ai appelé plus haut, à la facile pénétration des rayons lumineux dans les tissus sous-jacents.

Expérience du 8 Juillet 1899. — Les feuilles employées sont celles de Coudrier (*Corylus Avellana*), de Vigne-vierge (*Ampelopsis hederacea*) et de Lilas (*Syringa vulgaris*).

Durée de l'expérience : 3 heures. Soleil. Température : 16°. Air initial : $10^2 = 9,80$ ₀/°.

Air initial . . . $CO^2 = 9,80$ °/₀.
Air final . . . Coudrier : $CO^2 = 7,98$. CO^2 décomposé $= 1,82$
Vigne-vierge : $CO^2 = 8,50$. CO^2 décomposé $= 1,30$
Lilas : $CO^2 = 8,40$. CO^2 décomposé $= 1,40$

L'assimilation, comme on le voit, a encore lieu derrière les feuilles ; celles de Coudrier ne mesurent que 150 μ, ce qui explique les différences de perméabilité. La feuille de Vigne-vierge employée était très verte ; cette remarque était importante à faire car nous verrons plus loin des feuilles de la même plante, moins épaisses et moins vertes, être beaucoup plus perméables, davantage même que celles de Coudrier.

Toutes les feuilles précédentes laissent donc passer assez de radiations lumineuses pour que l'assimilation l'emporte sur la respiration.

Je me suis assuré qu'il en est de même pour les feuilles d'Orme (*Ulmus campestris*), de Poirier (*Pirus communis*), de Millet (*Panicum Miliaceum*) et de Haricot (*Phaseolus vulgaris*) dont le mésophylle a une épaisseur qui varie entre 100 et 200 μ.

Le Poirier cependant a des feuilles qui mesurent 270^m d'épaisseur, dont le parenchyme palissadique est très différencié ; mais les chloroleucites étaient d'un vert jaunâtre et le réseau transparent des nervures très développé. Chez le Millet, le mésophylle mesurait 240 μ dans les endroits les plus épais et 160 μ là où il est le plus réduit ; ici encore les nervures prennent une grande importance et facilitent la pénétration de la lumière.

Je me suis adressé ensuite à des feuilles dont le parenchyme est très épais.

Expérience du 13 Juillet 1899. — Elle porte sur des feuilles de Laurier-Cerise (*Prunus Lauro-Cerasus*), d'Iris (*Iris germanica*) et de Lierre (*Hedera Helix*). Durée de l'expérience : 3 heures. Soleil et nuages. Température : 19°.

Air initial . . . CO^2 = 7,50 °/o.

Air final . . . Laurier-Cerise : CO^2 = 6.55. CO^2 décomposé = 0.95
Iris : CO^2 = 7,16. CO^2 décomposé = 0,34
Lierre : CO^2 = 6,50. CO^2 décomposé = 1,00

Ces feuilles, malgré leur épaisseur (340 μ pour le Laurier-Cerise, 300 μ pour le Lierre, 250 μ pour l'Iris) ont néanmoins permis la décomposition de l'acide carbonique. Il en a été de même avec des feuilles de *Pelargonium lateripes*, de *Begonia*, de *Saxifraga japonica*.

Ainsi, il est établi que lorsque la lumière solaire directe ne traverse qu'une seule épaisseur de feuille, sa richesse en radiations actives est encore assez grande pour permettre la décomposition de l'acide carbonique dans des organes verts, ces derniers étant placés dans une atmosphère riche en acide carbonique (de 5 à 10 p. 100) et à une température moyenne de 15 à 20 degrés.

§ II. L'ASSIMILATION DANS LA LUMIÈRE SOLAIRE QUI A TRAVERSÉ DEUX OU PLUSIEURS FEUILLES VERTES.

Comme toutes les feuilles précédentes traversées par la lumière solaire n'arrêtent pas, quelle que soit leur épaisseur, l'assimilation derrière elles, j'ai cherché combien il faudrait employer de feuilles placées l'une sur l'autre pour empêcher la décomposition de l'acide carbonique.

Expérience du 13 Juillet 1899. — Les éprouvettes sont recouvertes par une, deux ou trois feuilles de Hêtre.

Durée de l'expérience : 1 heure. Soleil. Température : 17°.

Air initial . . . $CO^2 = 9,80$ °/o.
Air final . . . Derrière 1 feuille : $CO^2 = 8,40$. CO^2 décomposé = 1,40
— 2 — $CO^2 = 9,60$ CO^2 décomposé = 0,20
— 3 — $CO^2 = 9,90$. CO^2 dégagé = 0,10

Expérience du 14 Juillet 1899. — Elle porte encore sur le Hêtre en même temps que sur le Chêne et le Canna.

Durée de l'expérience : 1 heure. Soleil. Température : 20°.

Air initial . . . $CO^2 = 9,80$ °/o.
Air final . . . Derrière 2 feuilles de Hêtre : $CO^2 = 7,45$. CO^2 décomposé = 0,05
— Chêne : $CO^2 = 7,70$. CO^2 dégagé = 0,20
— Canna : $CO^2 = 8,25$. CO^2 dégage = 0,05

Donc, comme dans l'expérience du 13 Juillet, deux feuilles de Hêtre n'arrêtent pas complètement le dégagement d'oxygène, tandis qu'avec deux feuilles de Chêne ou de Canna, c'est de l'acide carbonique qui apparaît. Si les quantités d'acide carbonique décomposé derrière deux feuilles de Hêtre varient d'un jour à l'autre, cela tient surtout, ainsi que nous le verrons plus loin, aux différences de température et d'intensité lumineuse.

Derrière les deux feuilles de Chêne et de Canna, les quantités d'acide carbonique dégagé sont notablement différentes ; c'est que derrière les deux feuilles de Chêne l'assimilation a été très peu inférieure à la respiration, alors que derrière les deux feuilles de Canna elle a été plus bien affaiblie, sinon anéantie.

Expérience du 15 Juillet 1899. — Les deux feuilles employées appartiennent à l'Érable Sycomore *(Acer pseudo-Platanus).*

Durée de l'expérience : 1 heure 1/2. Soleil et nuages. Température : 19°.

Air initial. . . $CO^2 = 9,80$ °/o.
Air final . . . . $CO^2 = 10,05$. CO^2 dégagé = 0,25

L'assimilation est donc encore masquée par la respiration derrière les deux feuilles d'Erable.

J'ai trouvé qu'il en était ainsi derrière deux feuilles de Haricot, de Poirier, de Vigne-vierge, de Peuplier (*Populus nigra*) de Noyer (*Juglans regia*), de Châtaignier, de Lilas, de Marronnier. Le Hêtre seul fait donc exception avec, il est vrai, le Millet ; mais cette dernière plante, semée en sol sec, avait donné des feuilles plutôt jaunâtres que vertes.

On peut donc admettre que dans les conditions de milieu énumérées au paragraphe précédent, lorsque la lumière a traversé deux feuilles, elle n'a plus assez d'énergie pour que dans les tissus verts qu'elle frappe ensuite, l'assimilation l'emporte sur la respiration ; ces tissus dégagent alors de l'acide carbonique.

Mais un pareil résultat ne nous dit rien sur la valeur exacte de l'assimilation derrière deux feuilles. Cette fonction est-elle seulement affaiblie au point d'être masquée par la respiration, ou bien est-elle annulée ?

Expérience du 16 Juillet 1899. — En opérant avec la Vigne-vierge et dans l'air normal, j'ai trouvé, à la lumière directe, que derrière deux feuilles, il y a eu $0^{cc}061$ d'acide carbonique dégagé par centimètre carré, alors qu'à l'obscurité ce volume s'est élevé à $0^{cc}273$. Il est évident que l'influence retardatrice de la lumière sur la respiration n'est pas suffisante pour expliquer une pareille différence. D'ailleurs, le rapport $\frac{CO^2}{0}$ n'est pas le même dans les deux cas. L'assimilation se produit donc encore derrière deux feuilles, mais la respiration qui agit en sens inverse lui est supérieure. Derrière trois feuilles, derrière dix feuilles, ou dans une éprouvette noircie, je n'ai pas trouvé de différences notables. A partir de trois feuilles par conséquent et avec la Vigne-vierge, l'assimilation ne se produit plus.

On se rappelle que l'épaisseur d'une feuille de Vigne-vierge est de 200 μ environ.

§ III L'ASSIMILATION COMPARÉE DANS LA LUMIÈRE SOLAIRE QUI A TRAVERSÉ UNE OU DEUX FEUILLES VERTES ET DANS LA LUMIÈRE SOLAIRE NORMALE.

Puisqu'il passe au travers d'une et quelquefois de deux feuilles assez de lumière pour permettre la décomposition de l'acide carbonique, il devenait intéressant de comparer dans ce cas l'énergie assimilatrice (1) avec celle qui se manifeste quand la feuille de Troëne est éclairée par la lumière solaire normale.

---

(1) L'énergie assimilatrice, telle qu'elle est entendue ici, se rapporte à la résultante de l'assimilation et de la respiration ; elle est mesurée par les volumes d'oxygène dégagé ou d'acide carbonique décomposé en un temps donné et par unité de surface de feuilles comparables d'une même plante *Ligustrum ovalifolium*).

A cet effet, j'ai placé, à côté des éprouvettes recouvertes de feuilles, d'autres éprouvettes semblables noircies également au sommet et sur les bords en sorte que la feuille de Troëne qu'elles contenaient recevait directement les radiations lumineuses. Ces expériences me permettaient en outre de contrôler encore une fois les résultats obtenus précédemment (§ I et § II).

Par suite de l'exposition des éprouvettes sans écran en plein soleil, j'ai dû diminuer la durée des expériences, sans quoi tout l'acide carbonique eût été vite décomposé, ce qui aurait rendu les comparaisons impossibles. D'autre part, ces expériences ne devaient pas non plus durer très peu de temps, car dans les éprouvettes recouvertes d'écran, les échanges gazeux eussent été trop faibles et les comparaisons forcément inexactes. Je me suis arrêté, après quelques tâtonnements, à une durée d'expérience d'une heure environ ; et, dans les éprouvettes sans écran, j'ai soit augmenté le volume de l'air, soit employé une feuille de Troëne plus petite que que les autres.

Expérience du 17 Juillet 1899. — Les feuilles employées sont celles de Hêtre.

Durée de l'expérience : 1 heure. Soleil et nuages. Température : 19°.

Air initial . . .	CO^2 = 9,80 %.		
Air final . . .	Derrière une feuille : CO^2 = 8,40.	CO^2 décomposé	= 1,40
	— deux — CO^2 = 9,60.	—	= 0,20
	Sans feuilles : CO^2 = 0,10.	—	= 9,70

Dans cette expérience les volumes d'air étaient les mêmes dans les trois éprouvettes et les feuilles de Troëne avaient des surfaces identiques. Il s'ensuit donc que l'énergie assimilatrice est environ 7 fois plus faible derrière une feuille que dans la lumière normale. 7 fois plus faible également derrière deux feuilles que derrière une seule, 49 fois enfin plus faible derrière deux feuilles que dans la lumière ordinaire.

Expérience du 4 Août 1899. — Elle porte sur le Millet (*Panicum Miliaceum*).

Durée de l'expérience : 1 heure. Soleil. Température : 20°.

Air initial . . .	CO^2 = 9,60 %.		
Air final . .	Derrière une feuille : CO^2 = 6.95.	CO^2 décomposé	= 2,65
	— deux — CO^2 = 8,90.	—	= 0,70
	Sans feuilles : CO^2 = 7,20.	—	= 2,40

	Volume de l'air	Surface de la feuille de Troëne	CO_2 décomposé par cent. carré
Derrière une feuille .	$12^{cc},9$	$7^{cmq},3$	$\frac{2^{cc},65 \times 12,9}{100 \times 7,2} = 0^{cc},046$
Derrière deux feuilles.	$11^{cc},3$	$7^{cmq}2,$	$\frac{0^{cc},70 \times 11,3}{100 \times 7,2} = 0^{cc},011$
Pas de feuilles . . .	$32^{cc},5$	$4^{cmq},3$	$\frac{2^{cc},40 \times 32,5}{100 \times 4,3} = 0^{cc},180$

De ces calculs il résulte que l'assimilation est environ 4 fois plus faible derrière une feuille et 16 fois derrière deux feuilles, que dans la lumière normale. Elle est également 4 fois plus faible derrière deux feuilles que derrière une seule.

Si l'on rapproche les résultats des expériences du 17 Juillet et du 4 Août, on est frappé de ce fait que chez les plantes dans lesquelles deux feuilles superposées n'empêchent pas la décomposition de l'acide carbonique (Hêtre, Millet), le rapport des énergies assimilatrices derrière deux feuilles et une seule est le même que derrière une feuille et sans feuille, ce qui fait que le carré de ce rapport est précisément égal au rapport des énergies assimilatrices derrière deux feuilles et dans l'éprouvette sans écran.

Je n'ai malheureusement pu vérifier cette sorte de loi sur d'autres plantes, car derrière deux feuilles, ce qui est la règle comme nous l'avons vu (§ II), l'assimilation est masquée par la respiration.

Dans des expériences dont il est inutile de répéter les détails, l'énergie assimilatrice s'est trouvée réduite derrière une feuille à $\frac{1}{7}$ encore pour le Hètre, à $\frac{1}{8}$ pour l'Érable plane, mais à $\frac{1}{2}$ au plus avec l'Érable Négondo (voir § V), $\frac{1}{9}$ pour le Marronnier, $\frac{1}{9,6}$ pour le Tabac, $\frac{1}{10}$ pour le Haricot, $\frac{1}{12}$ pour la Vigne-vierge, $\frac{1}{16}$ pour le Poirier, $\frac{1}{20}$ pour le Lierre.

L'examen de la structure et de l'épaisseur du mésophylle de ces feuilles ainsi que de leur richesse en matière verte donne des résultats qui concordent parfaitement avec ceux qui viennent d'être rapportés.

§ IV. — L'ASSIMILATION COMPARÉE DANS LA LUMIÈRE SOLAIRE QUI A TRAVERSÉ DES FEUILLES INÉGALEMENT VERTES APPARTENANT A DES VARIÉTÉS OU ESPÈCES VOISINES.

On sait qu'il existe un certain nombre de plantes appartenant à des variétés ou à des espèces voisines et dont les feuilles présentent des différences marquées dans l'intensité de leur coloration verte. Ces différences tiennent soit à la structure du mésophylle, soit à la grosseur, à la teinte et à la répartition des chloroleucites. J'ai comparé entre elles les énergies assimilatrices qui se manifestent dans la lumière solaire ayant traversé une feuille de chacune de ces plantes.

Expérience du 5 Août 1899. — Il s'agit de deux variétés de Cannas, l'une à feuille d'un vert blond, l'autre à feuillage vert foncé tirant sur le bleu.

Durée de l'expérience : 2 heures. Soleil et nuages. Température : 19°.

Air final . . . { Derrière la feuille foncée : $CO_2 = 9{,}10$. CO^2 décomposé $= 0{,}90$
Derrière la feuille pâle : $CO^2 = 8{,}70$. CO^2 décomposé $= 1{,}30$

L'énergie assimilatrice a donc été 1,4 fois plus faible derrière la feuille foncée que derrière la feuille pâle. Or, le mésophylle de la feuille très verte est plus épais (178^{m} au lieu de 135) que celui de la feuille blonde et ses chloroleucites sont un peu plus gros et bien plus verts. Or, si l'on considère les rapports des énergies assimilatrices obtenues avec le Hêtre et le Millet quand on emploie deux feuilles et une seule, on voit qu'ils sont bien plus grands (4 pour le Millet, 7 pour le Hêtre) qu'avec les Cannas ; et cependant, il n'y a en somme comme différence qu'une épaisseur double de mésophylle. Avec les Cannas le mésophylle est augmenté d'un peu plus de 1/4 seulement il est vrai (à peu près ce qu'il faut pour engendrer le rapport 1,4), mais il y a en outre dans chaque cellule davantage de chlorophylle. Il devient alors curieux de constater que l'existence d'un rapport aussi faible coïncide avec cet autre fait non moins intéressant, à savoir que bien que les deux feuilles de Cannas soient si différentes, elles ont, comme je l'ai montré ailleurs (1), des énergies assimilatrices très voisines.

Expérience de 6 Août 1899. — J'ai expérimenté cette fois sur deux feuilles inégalement vertes de Vigne-vierge, mais venues l'une au soleil, l'autre à l'ombre. Durée de l'expérience : 3/4 d'heure. Soleil. Température : 19°.

---

(1) Griffon : *Loc. cit.*, pl. 20, fig. 1 et 2.

Air initial . . . CO^2 = 7,50 °/₀.

Air final . . . { Derrière la feuille foncée : CO^2 = 6,80. CO^2 décomposé = 0,78
Derrière la feuille pâle : CO^2 = 4,73. CO^2 décomposé = 2,77

Le rapport des énergies assimilatrices s'est élevé à 4 environ, alors que pour les Cannas, dans l'expérience du 5 Août, il n'était que de 1.4. Le mésophylle de la feuille foncée mesurait environ 110 μ et celui de la feuille pâle 70 μ, et dans les cellules de cette dernière, les chloroleucites étaient en outre moins serrés et moins verts.

En somme des différences de même importance ou à peu près observées dans la structure des feuilles n'influent pas toujours de la même façon sur le pouvoir assimilateur de la lumière qui a traversé ces feuilles.

L'expérience précédente m'a permis en outre de contrôler les résultats déjà obtenus pour la Vierge-vierge (§ III). J'ai retrouvé le nombre 12 comme rapport des énergies assimilatrices dans la lumière normale et derrière une feuille bien verte : ce rapport s'abaisse à 3 avec la feuille pâle.

(A suivre).

LA

VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES

par **F. BOERGESEN** et **Ove PAULSEN** (*Suite*).

(Traduit en français par Mlle S. ERIKSSON)

III. Végétation des côtes rocheuses

Je n'ai pas eu l'occasion de bien étudier cette végétation, et aussi je n'ai que très peu de choses à en dire.

Pour commencer je veux nommer le *Baccharis dioica* V. (1), un arbuste qui caractérise les rochers atteints parfois par l'écume de la mer. Cet arbuste est assez petit; les branches sont dressées, les feuilles petites, spatulées, dressées, lisses et brillantes. De plus, on rencontre le *Zanthoxylon spinifex* Jacq., l'*Erithalis fruticosa* L., le *Jacquinia armillaris* L., le *Borrichia arborescens* et en général plusieurs arbustes que je viens de nommer en parlant de la végétation des plages sablonneuses. Même le *Conocarpus erecta* L., si fréquent dans les lagunes, se trouve sur les rochers ou entre les grandes pierres aux bords. M. Eggers range encore parmi ces plantes le *Plumiera alba* L., le *Coccoloba punctata* L., l'*Elæodendron xylocarpum* DC. Comme plantes herbacées on voit surtout le *Stenotaphrum americanum* Schk., le *Paspalum distichum* L. et le *Sesuvium portulacastrum* L. qui, ressemblant à des guirlandes, couvrent les rochers en grande abondance. On peut aussi trouver l'*Euphorbia buxifolia* Lam., sur les rochers ; on l'y voit souvent aux Bermudes.

Aux places mieux abritées on voit naturellement croître, en descendant jusqu'à la mer, bien des espèces qui ne sont pas des halophytes. Ainsi j'ai trouvé à Water Island, près de Saint-Thomas, des Agavés, des Cactées, des *Bromelia* et des *Croton*, etc., poussant sur les rochers tout près de la mer. Consultez d'ailleurs ce qu'écrit M. Eggers dans la flore de Sainte-Croix, page 53, où sont notées plusieurs plantes caractéristiques des rochers.

---

(1) Quant à l'anatomie des feuilles de cette plante, voyez *Halofytstudier*, p. 194, par Warming.

IV. Végétation des Rhizophores

Cette végétation se produit partout à la côte dans les golfes et les anses, où la mer est plus calme, et encore dans plusieurs lacs à l'eau saumâtre, nommés « Saltponds ». Le fond sur lequel pousse cette végétation consiste en vase, formée d'une grande quantité de matières organiques, amassées dans l'eau entre les racines des Mangroves.

A Sainte-Croix, on trouve la végétation de Mangrove dans les lagunes de Christians sted et de Krause, à Saltriver, à Sandy Point dans le grand « Saltpond » qui est séparé de la mer par une bande assez large, couverte de sable où poussent les végétaux des plages sablonneuses. De plus, on rencontre cette végétation un peu au nord de Frederikssted et à un « Saltpond » plus grand, situé dans la partie orientale de l'île. A Saint-Thomas j'ai surtout visité la grande lagune à la côte sud-est, et à Saint-Jean j'ai vu la végétation en question à Cruz Bay et à Coral Bay.

Aux îles danoises, la lagune de Krause est la plus grande (voyez la planche 8). Vue à quelque distance, des hauteurs dans l'intérieur du pays, elle fait avec ses îles nombreuses un effet magnifique. C'est ici que se trouvent les plus grandes formations de Mangrove. Près d'une petite rivière dans la partie occidentale de la lagune une forêt, composée entièrement de *Rhizophora*, a été visitée. Cet arbre poussait ici dans une terre noire et marécageuse, mais desséchée (du moins au moment où j'ai visité la localité, c'est-à-dire en février 1892) (1). Il formait une forêt, assez haute et ombrageuse sous le feuillage de laquelle on apercevait aussi loin qu'on put voir des racines aériennes l'une près de l'autre. Il n'y avait guère de végétation dans la vase ; çà et là rampait le *Herpestis Monnieria* Kth., ou poussait une haute fougère : l'*Acrostichum aureum* L. *(Chrysodium vulgare)* (2).

Le *Rhizophora Mangle* L. croît ordinairement dans l'eau, (pl. 9), et l'on peut le trouver aux endroits où l'eau est assez profonde, attaché au fond par ses longues racines adventives. A cet égard pourtant, cet arbre est inférieur au *Rh. mucronata* qui, à l'aide de ses plantules, généralement beaucoup plus longues, s'enracinent aux places où l'eau est encore plus profonde. C'est que les plantules du *Rh. Mangle* n'ont qu'environ 1/2 à 1 pied de longueur. Un seul des exemplaires que j'avais emportés à la maison avait la longueur de 50 centimètres.

---

(1) Aux iles danoises la marée est presque imperceptible.

(2) Voyez Eggers : *Das Kustengebiet von Equador* dans *Deutsche geographische Blatter*, tome 17. Bremen 1894, page 276 ; et Johow : *Vegetationsbilder aus West-Indien und Venezuela I. Die Mangrove-Sümpfe*. Kosmos 1894. tome page 3. M. Schimper parle aussi de cette fougère, *l. c.*, pag. 65.

On peut distinguer (1) deux espèces de racines aériennes : celles qui poussent des branches et celles qui se développent du tronc, surtout de la partie inférieure de celui-ci. Les racines qui sont de la seconde espèce, sortent du tronc à angle droit, tout en se dressant pourtant un peu. Puis elles se divisent généralement et en formant un arc s'enfoncent dans la vase. De ces arcs, formés par des racines, on voit descendre de nouvelles racines adventives qui, de la même manière, pénètrent dans la terre vaseuse. Ainsi la base de l'arbre devient considérablement agrandie. Une idée excellente d'une telle partie formant la base du Mangrove nous est donnée par le dessin ci-dessus, fait par M. Warming à Saint-Jean.

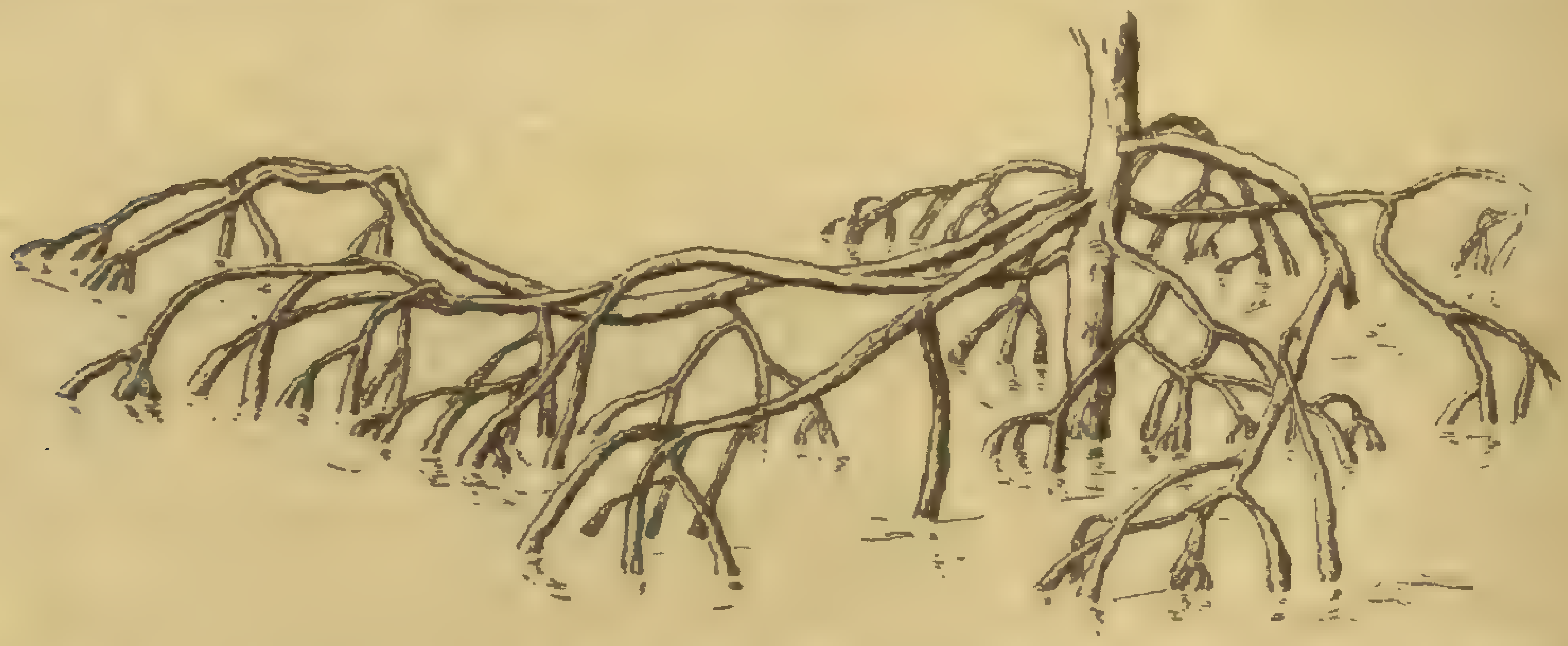


Fig. 49. — Base d'un arbre de Mangrove poussant derrière maison du gouverneur de Saint-Jean (Dessin fait d'après nature par M. Warming).

Ainsi, en tout cas, ces racines ne peuvent pas au commencement être positivement géotropiques. M. Karsten pense que c'est par leur propre poids qu'elles se dirigent vers la terre.

Dans la grande lagune à l'est de Saint-Thomas j'ai trouvé une racine adventive bien curieuse; d'une des racines arquées dont je viens de parler, une branche s'élevait perpendiculairement vers le ciel à la hauteur d'un mètre 1/3. En ce cas, il est évident que la pesanteur n'a pu produire aucune courbe géotropique. Dans cette hauteur le sommet de la branche est mort, et de ce point poussaient quatre longues racines qui, formant des arcs, se dirigeaient vers l'eau sans pourtant l'atteindre encore. (Voyez fig. 50 et les explications). Cette racine se trouvait dans une île de la lagune, assez loin (vers 2 mètres) du tronc principal du Mangrove, et s'élevait d'une racine voûtée. Figurez-vous que ces racines arquées s'étendent bien plus loin que ceux que l'on voit dans la figure 49, et qu'une des dernières racines se dirige tout droit vers le ciel, et vous aurez une idée de la naissance de la racine nommée tout à l'heure.

---

(1) Voyez Warming: *Tropische Fragmente*, II (*Englers Jahrbücher*, tome 4, 1883, page 520-21). et G. Karsten : *Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel* (Bibliotheca botanica. Heft. 22, p. 58).

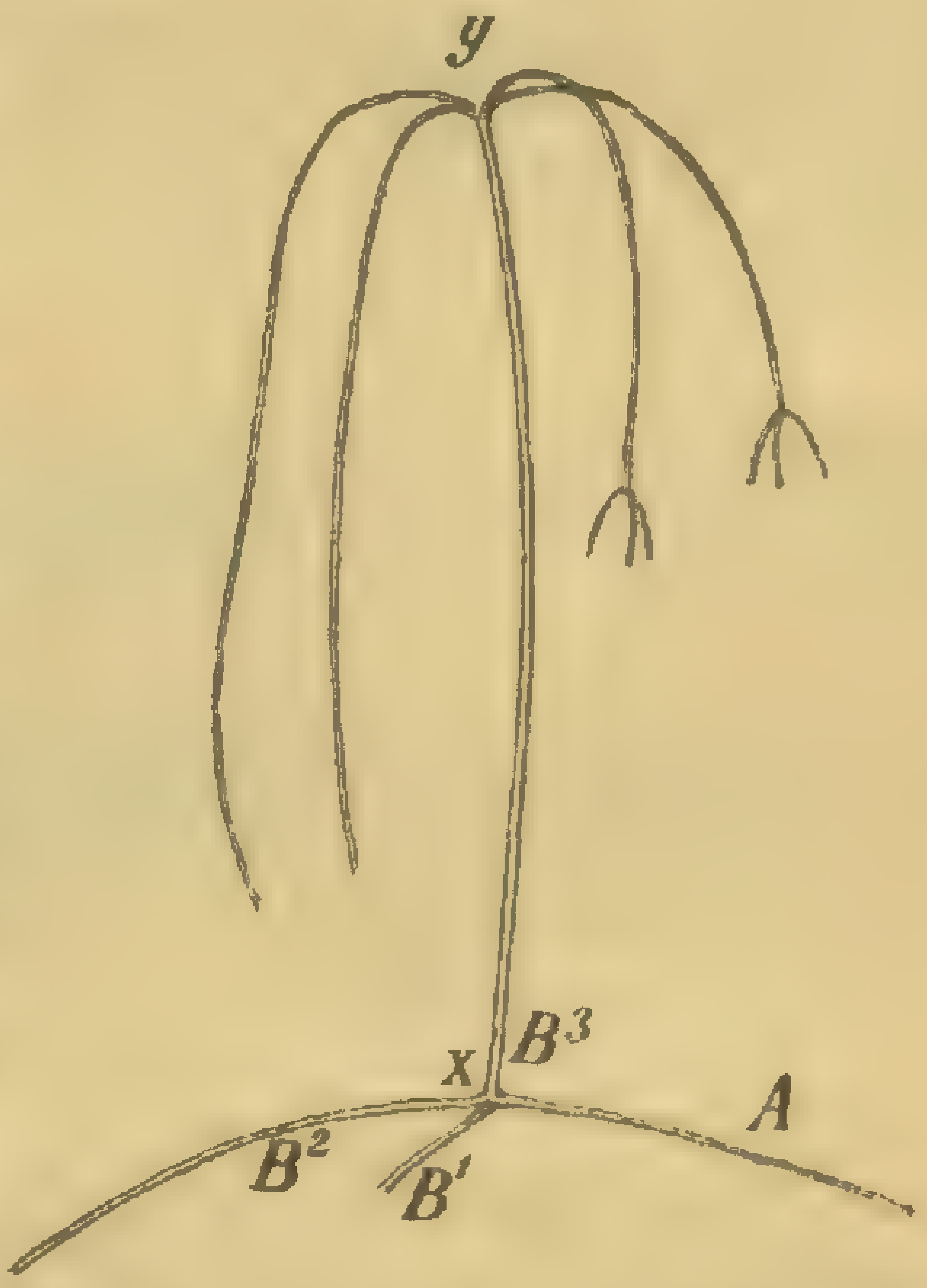


Fig. 50. — Racine de Mangrove, prise dans la lagune de S^t-Thomas. — A est la racine mère qui a cessé de pousser et de laquelle 3 racines secondaires, B1, B2 et B3 se sont développées. De ces 3 racines, B3 est celle qui s'élève verticalement vers le ciel. En *y* le B3 cesse pourtant de croître, mais on voit 4 nouvelles racines secondaires se développer et descendre, en formant de grands arcs, vers l'eau. (Dessin très réduit ; la racine A est trop mince dans le dessin.

La figure ci-dessous, (51, A) représente une jeune plante, récoltée à Sainte-Croix en 1892 par M. H. Lassen. Les racines naissent de la tige à angle plus aigu, mais la plante a pourtant une base assez large, le contour des racines adventives étant beaucoup plus grand que celui de la couronne de l'arbre. Dans la lagune de Christiansted j'ai trouvé une fois une petite plante à deux racines aériennes (fig, 52, B). Contrairement à ce que j'ai constaté dans la plantule dont je viens de faire la description, ces deux racines à peine sont-elles sorties de la tige qu'elles se courbent vers elle, descendent parallèles à la tige et ensuite s'enfoncent dans la terre. C'est là une exception à la règle, car en général on voit la jeune plante pourvue de racines adventives qui, en s'enfonçant dans la terre, forment des arcs assez grands.

Outre les racines, naissant sur la partie inférieure de la tige, il y en a qui se développent des branches ; ces racines dernières sont très nombreuses et se dirigent vers la terre plus ou moins verticalement, se divisant de temps en temps en 2 ou 3 branches.

Que le bout de la racine meure et que la plante continue à vivre à l'aide d'un certain nombre de branches secondaires, c'est là un phénomène très commun. Tandis que M. Warming (l. c.) et Goebel (1), sans pouvoir bien distinctement le prouver, pensent que cela dépend de la destruction du bout de la racine, et que M. Johow (l. c.) attribue cette circonstance à divers animaux, M. Karsten trouve le plus probable que cette chose est due à la ramification. Les racines secondaires seules absorbent les liquides nourriciers, et la racine principale périt. En tous cas, cette manière de se ramifier, chose sur laquelle M. Karsten appelle l'attention, est un grand avantage, puisque la base de l'arbre en devient élargie.

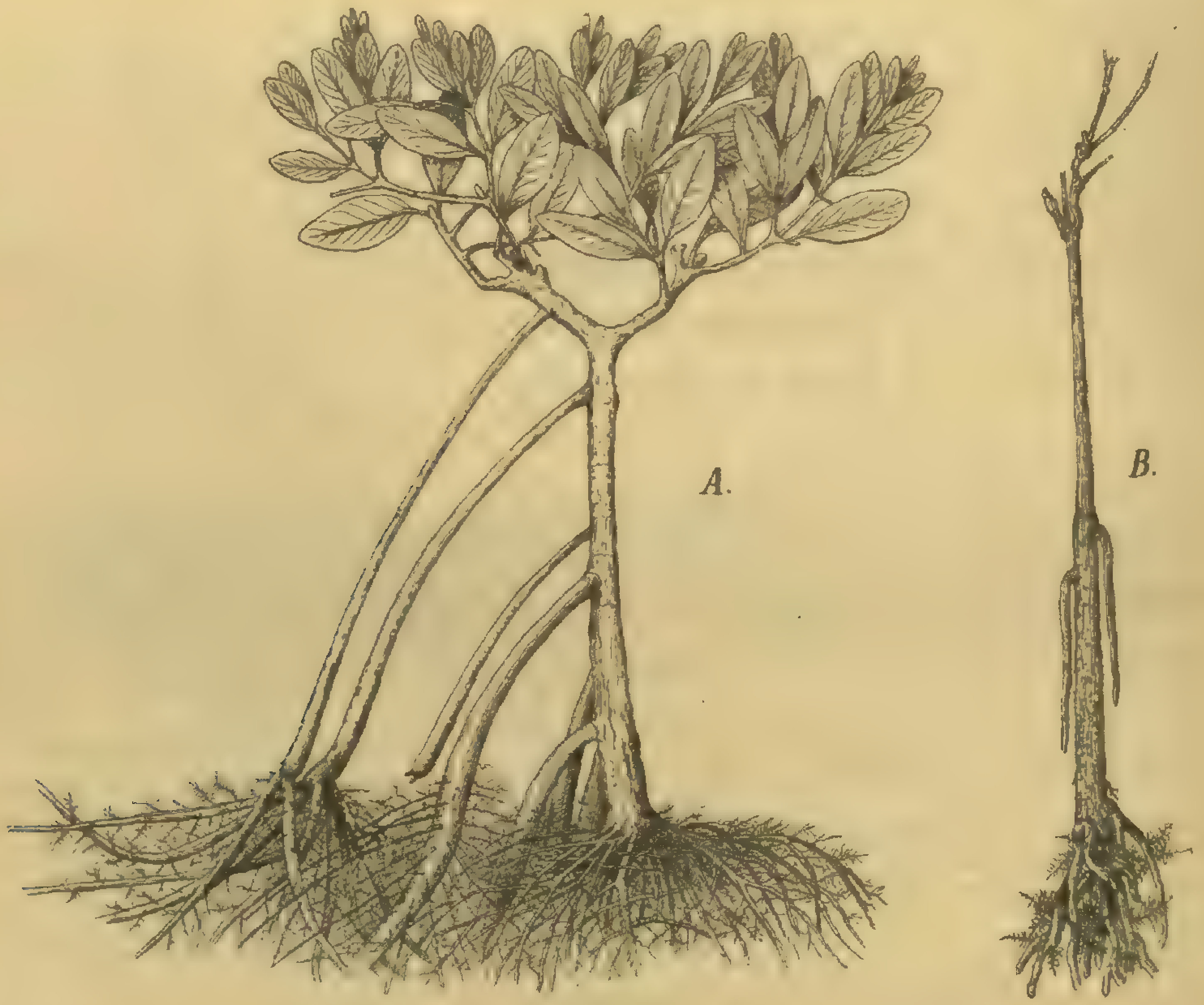


Fig. 51 et 52. — Jeunes exemplaires de Mangrove. — A, Récolté dans la lagune de Christiansted ; B, récolté dans la lagune de la partie orientale de S^{t}-Thomas. Le second exemplaire est remarquable par ses racines aériennes qui descendent presque verticalement. (A peu près 1/10 de grandeur naturelle).

Outre le *Rhizophora Mangle*, on trouve dans les lagunes l'*Avi-*

---

(1) *Pflanzenbiologische Schilderungen.* I^{ster} Theil, 1889. II. *Über einige Eigentümlichkeiten der Südasiatischen Strandvegetation*, p. 115-16.

cennia nitida Jacq. et le *Laguncularia racemosa* G. On doit certainement encore compter parmi les arbres des lagunes l'*Anona palustris* L. et le *Conocarpus erecta* L. (1) ; ce dernier surtout abonde aux lagunes, mais il se rencontre aussi assez souvent sur les côtes rocheuses. Le *Bucida Buceras* L. (2) se voit çà et là dans les lagunes, mais il est plutôt un arbre ubiquiste.

Quant à la distribution des arbres que je viens de nommer, le Mangrove est sans contredit celui qui vit le plus près de la mer. Par son système de racines adventives il est excessivement bien fait pour vivre dans des places exposées. Derrière cet arbre commencent l'*Avicennia* et le *Laguncularia* qui, pour tant que j'ai vu, se suivent sans qu'on puisse dire que l'un d'eux soit mieux fait que l'autre pour s'étendre vers la périphérie. Seulement aux places bien abritées, par exemple dans la lagune de Christiansted je les ai vus pousser jusqu'à la mer. Ni dans l'*Avicennia* ni dans le *Laguncularia* il n'y a de racines aériennes soutenantes; mais ils possèdent, l'un et l'autre, des racines aériennes, négativement géotropiques, qui s'élèvent au-dessus de la vase (Plus tard cette chose sera décrite en détail).

Parmi les plantes herbacées on trouve aux bords des lagunes, entre les racines des Mangrove, aussi bien que dans la vase asséchée, les plantes suivantes : l'*Heliotropium curassavicum* L., le *Batis maritima* L., le *Portulaca pilosa* L., le *Herpestis Monnieria* Kth., le *Chenopodium ambrosioides* L., le *Pectis humifusa* Sw. et quelquefois le *Capraria biflora* L. Les deux derniers vivent aussi dans des herbages, et l'on doit certainement les regarder comme des ubiquistes. M. Eggers met de plus, dans la flore des lagunes, le *Pavonia racemosa* Sw. et l'*Evolvulus mucronatus* Sw.

Dans ce qui suit je vais parler de la manière de vivre et de la structure anatomique des espèces différentes mentionnées.

---

(1) Oersted dit, dans une description sur la nature de Jamaïque, publiée en « *Tidsskrift for populære Fremstillinger af Naturvidenskaben* », 1re série, tome 18, que le *Conocarpus erecta* aussi bien que l'*Anona palustris* croissent parmi les Mangrove.

(2) Le *Bucida Buceras* que Drude en « *Handbuch der Pflanzengeographie* », p. 252, range parmi les arbres de Mangrove, ne doit guère, selon mon opinion, y être. C'est un arbre des forêts qui aime les vallons humides mais qu'on peut aussi trouver à la côte et dans les lagunes, parmi les *Laguncularia*. Eggers en dit dans la « *Flore of St-Croix and the virgin islands* » : Common in valleys and especially along the coast.

RHIZOPHORA MANGLE L.

Une description approfondie de la morphologie, de la biologie et de l'anatomie de cet arbre est faite par M. Warming, dans *Englers Jahrb.* 4, p. 519.

En 1892, j'ai visité une petite lagune aux Bermudes, connue comme la localité située la plus au nord, où peut vivre le Mangrove. La plante ici était assez basse et n'atteignait guère plus de 3 mètres de hauteur ; aussi s'approchait-elle plutôt à un arbuste. Par une coupe transversale de la feuille on voit clairement que la structure est telle que M. Warming indique (l. c.) p. 539, tabl. 9-10, fig. 11. L'hypoderme était pourtant moins fort, formé seulement de 4 couches de cellules.

AVICENNIA NITIDA Jacq.

L'*Avicennia nitida* est, aux Antilles danoises, un petit arbre ou peut-être plus souvent seulement un arbuste (fig. 53). Les feuilles sont dressées, d'un vert grisâtre, brillantes à la face supérieure, chose due aux poils qui y sont serrés. Tout autour de l'arbre on voit se dresser, du marécage, des racines aérifères (Pneumatophores) (1). Celles-ci atteignent jusqu'à 1/2 m. de hauteur et 1/2 à 1 cm. d'épaisseur ; elles sont grisâtres, quelquefois faiblement ridées de travers, arrondies vers le bout et portent en outre un grand nombre de lenticelles (Pneumathodes) (Fig. 54 et 55, D). Généralement elles ne sont pas ramifiées, comme on le voit par la figure 54, et ce n'est que dans la vase qu'elles portent un grand nombre de racines fibreuses. Pourtant on peut trouver des exemplaires ramifiés, comme montre la figure 55, C (récolté par M. Warming, à Puerto Cabello dans le Venezuela). La partie inférieure, non ramifiée, porte ici 3 branches, et on voit encore des traces de beaucoup de racines qui se sont détachées. Les cicatrices offrent des côtes curieuses, disposées en rayons et ressemblant parfaitement aux cicatrices que laissent dans les coraux, certains polypes coralligènes (Fig. 55, E).

Les racines aérifères se développent de racines rampant horizontalement (Voyez la figure 54, A). La figure 54 montre encore une racine absorbante (suçoir) très vigoureuse, sortant de la base de chaque racine aérifère. Ces racines horizontales ont beaucoup de ressemblance avec les rhizomes du *Carex arenaria* (1). C'est dans l'*Avicennia tomentosa* que M. Schimper a pour la première fois trouvé ces racines horizontales.

---

(1) Cfr. Karsten, *l. c.*, p. 54.

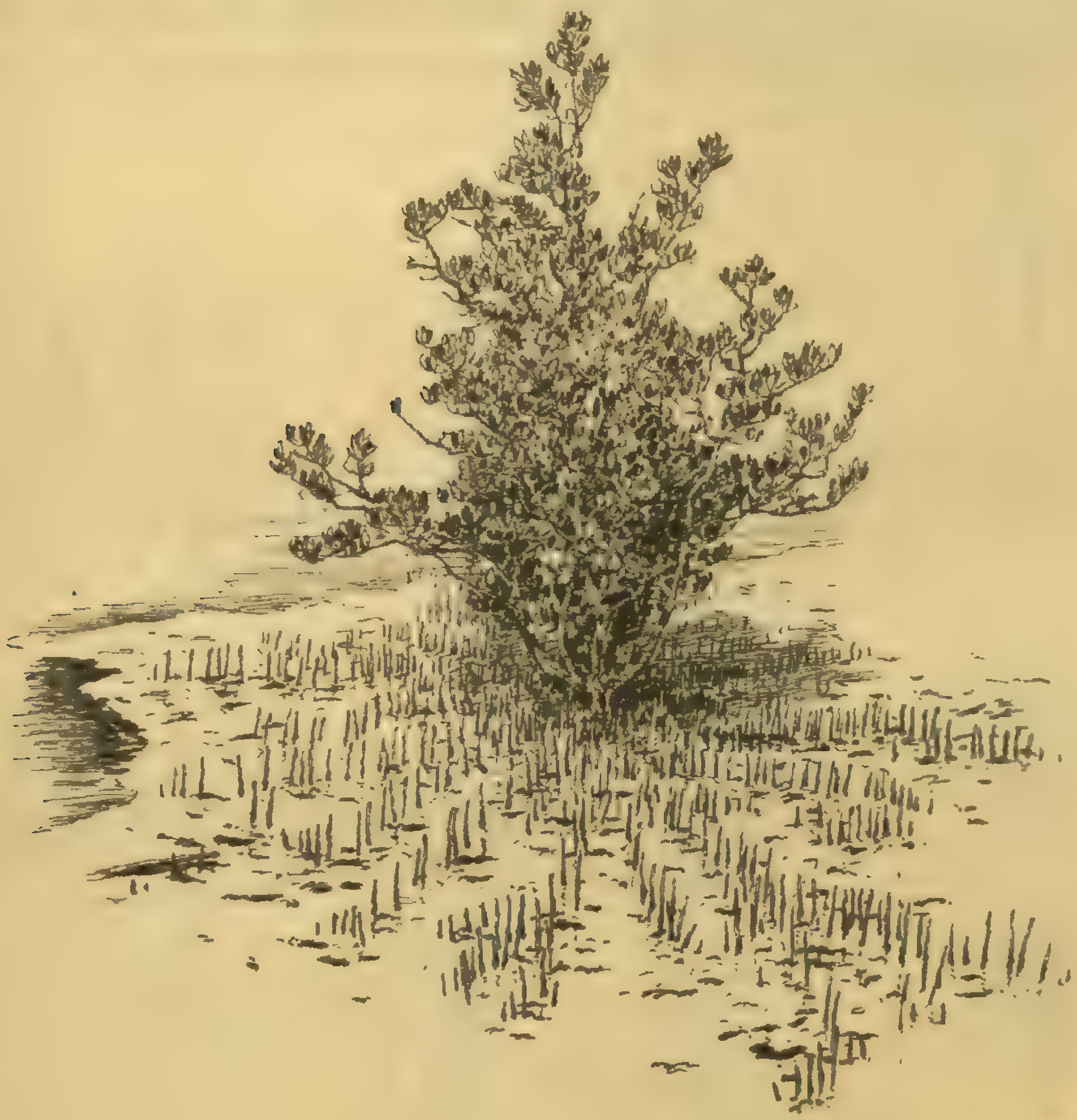


Fig. 53. — *Avicennia nitida* Jacq. — Arbuste isolé, à racines aérifères, disposées en séries formant des rangs. D'une petite lagune au sud de St-Thomas. (Dessin fait d'après nature, par M. Warming).

Une idée excellente d'un arbuste d'*Avicennia* nous est donnée par la figure ci-dessus, faite par M. Warming, à St-Thomas (Fig. 53). On voit un grand nombre de racines aériennes, formant des rangs distincts, ce qui est dû justement au développement de ces racines horizontales. La figure montre aussi les nombreuses branches souvent courbées et ses feuilles dressées (voyez aussi la pl. 10, où l'arbuste à droite est un exemplaire d'*Avicennia*).

L'anatomie des racines aériennes des *Avicennia officinalis* et

---

(1) Cfr. Warming : *Botaniske Exkursionner*. 2. (Videnskabelige Meddelelser fra den Naturhistoriske Forening. 1891, p. 180).

tomentosa est donnée en grands traits par MM. Goebel (1) et Schenck (2). Pour les recherches anatomiques sur les racines aériennes de l'*Avicennia nitida*, recherches que je vais citer ci-dessous, je me suis servi de mes observations personnelles aussi bien que de quelques notes prises par M. Warming.

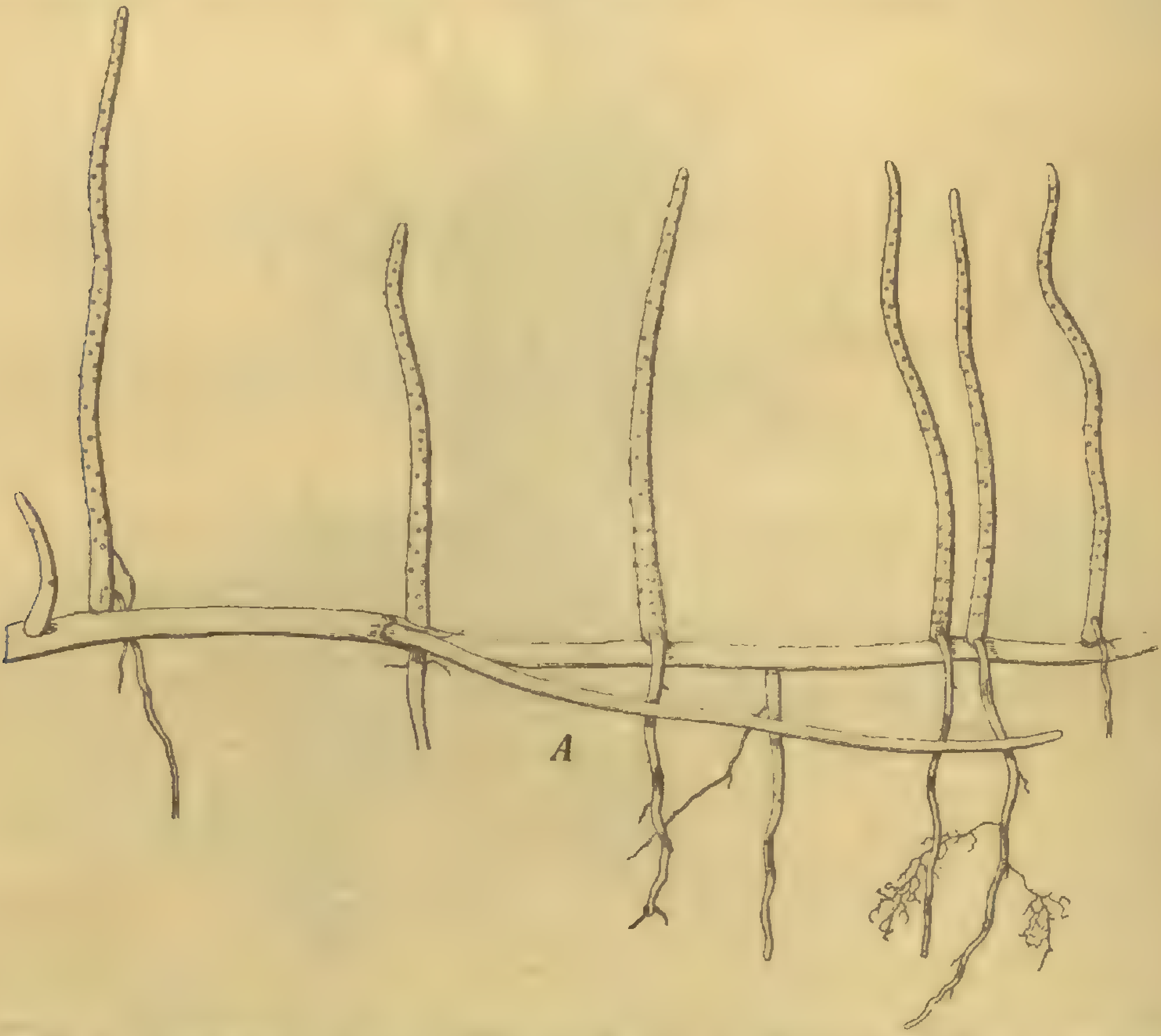


Fig. 54. — *Avicennia nitida* Jacq. — Racine horizontale portant des racines aérifères. Très réduite. (D'après un dessin fait par M. Warming).

La racine est polyarche. Par une coupe transversale d'une vieille racine on voit qu'elle est de la structure suivante (Fig. 59, A) : Au milieu on trouve la moelle centrale, formée de cellules assez grandes et prismatiques, 2 à 3 fois plus longues que larges. A coupe transversale elles se montrent arrondies et polygonales, à parois ponctuées et à petits méats intercellulaires. Les parois des cellules sont colorées en rouge par la phloroglucine et l'acide chlorhydrique.

---

(1) K. Goebel : *Ueber die Luftwurzeln von Sonneratia* (Berichte der deutschen bot. Gesellsch. 1886. tome 4, p. 252).

(2) Cfr H. Schenck : *Ueber die Luftwurzeln von Avicennia tomentosa und Laguncularia racemosa* (Flora 1889).

Puis vient le système ligneux qui entoure la moelle en forme d'un cercle, composé de fibres ligneuses et de vaisseaux ponctués. Les rayons médullaires se composent de 1 à 4 couches de cellules. Le système ligneux est beaucoup plus fort que le tissu cribreux. Ce dernier est d'une épaisseur peu considérable en comparaison de celui du *Laguncularia*, mais il ne fonctionne pas comme tissu aérifère. Le tissu cribreux se compose en partie de tubes criblés, à cellules annexes et en partie et principalement de parenchyme. Tout autour de ce système il y avait, dans les racines aériennes examinées par M. Warming, un cercle fermé, composé de cellules pierreuses. De ce cercle saillirent vers l'intérieur des branches analogues aux rayons médullaires (voyez fig. 59, A, *St.*). Dans les échantillons que j'ai examinés moi-même, ce n'était pas ainsi; il n'y avait là qu'un cercle entrecoupé, formé de cellules pierreuses ou plutôt de fibres libériennes. Au dehors de ce cercle commence l'écorce primaire qui est le tissu aérifère proprement dit. Le plus intérieurement, celle-ci est constituée d'une zone de parenchyme à méats intercellulaires relativement petits (Fig. 59, A, *J.*). L'endoderme n'est pas très distinct. Puis vient le tissu aérifère proprement dit, qui peut être d'une structure diverse. M. Warming écrit dans ses notes : « Ensuite commencent les cellules arrondies de parenchyme, disposées en séries radiales, séparées de grandes lacunes aérifères (voyez fig. 59,

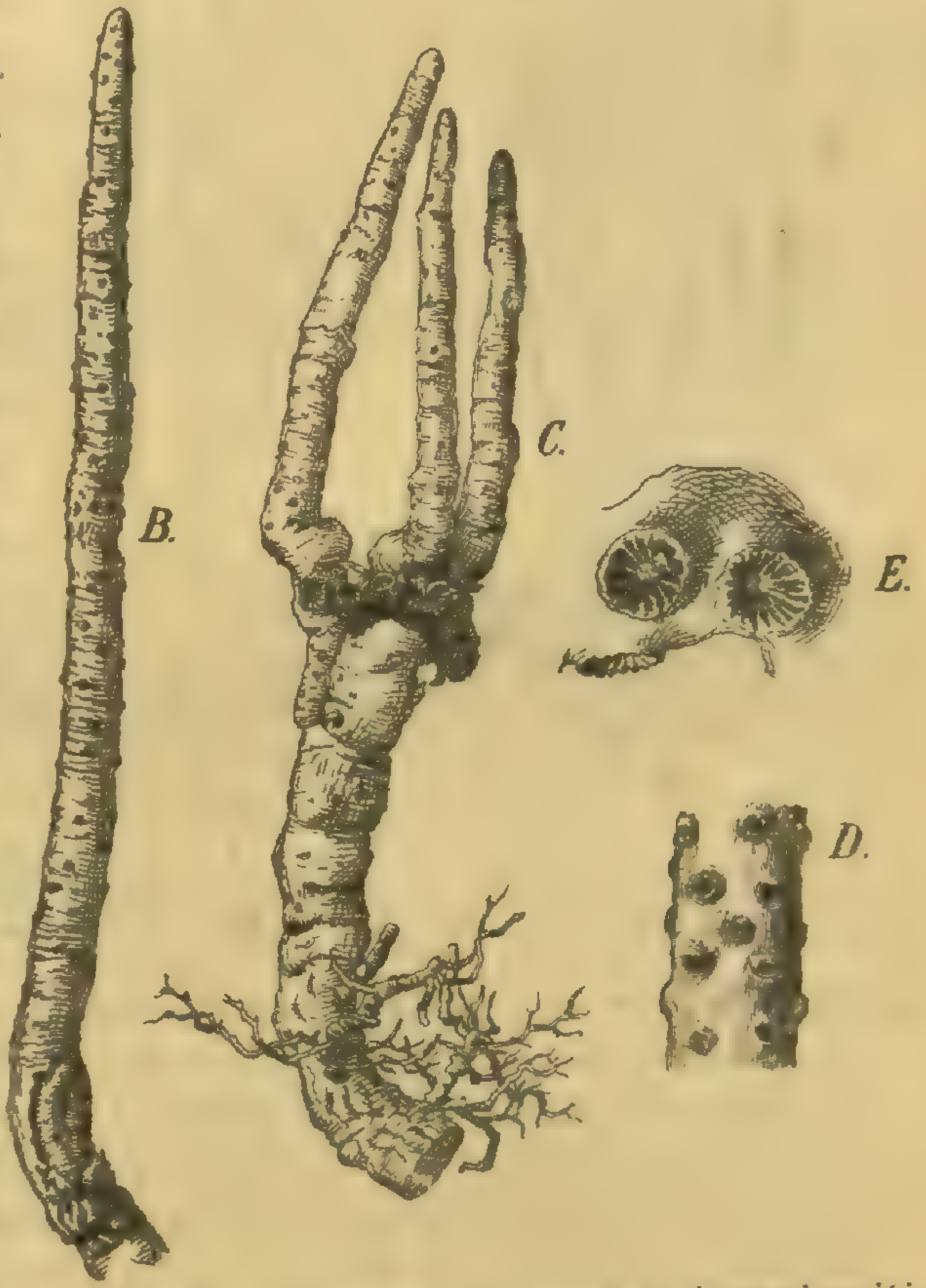


Fig. 55 à 58. — Pneumatophores d'*Avicennia nitida* Jacq. récolté à Puerto Cabello par M. Warming. — B, Racine aérienne, non ramifiée ; C, une telle ramifiée ; E, parties qui ont servi de base à des racines secondaires détachées ; D, partie d'une racine aérienne à pneumathodes (B et C à peu près 1/2 de grandeur naturelle; D et E un peu agrandis).

A, *L*). Dans les racines que j'ai examinées moi-même, le tissu montrait des lacunes irrégulières, grandes et petites ; aussi le tissu avait-il l'air d'un filet (voyez fig. 59, C) (1). Dans la plupart des cellules les parois sont minces, mais il y en a dont les parois sont munies de bandes épaisses qui ont sans doute un rôle mécanique ; dans les plantes que j'ai récoltées, ces épaississements étaient assez irrégulièrement ramifiés (Fig. 59, D). Le tissu plus vieux contenait un grand nombre de ces cellules à parois tout-à-fait épaissies, sauf quel-

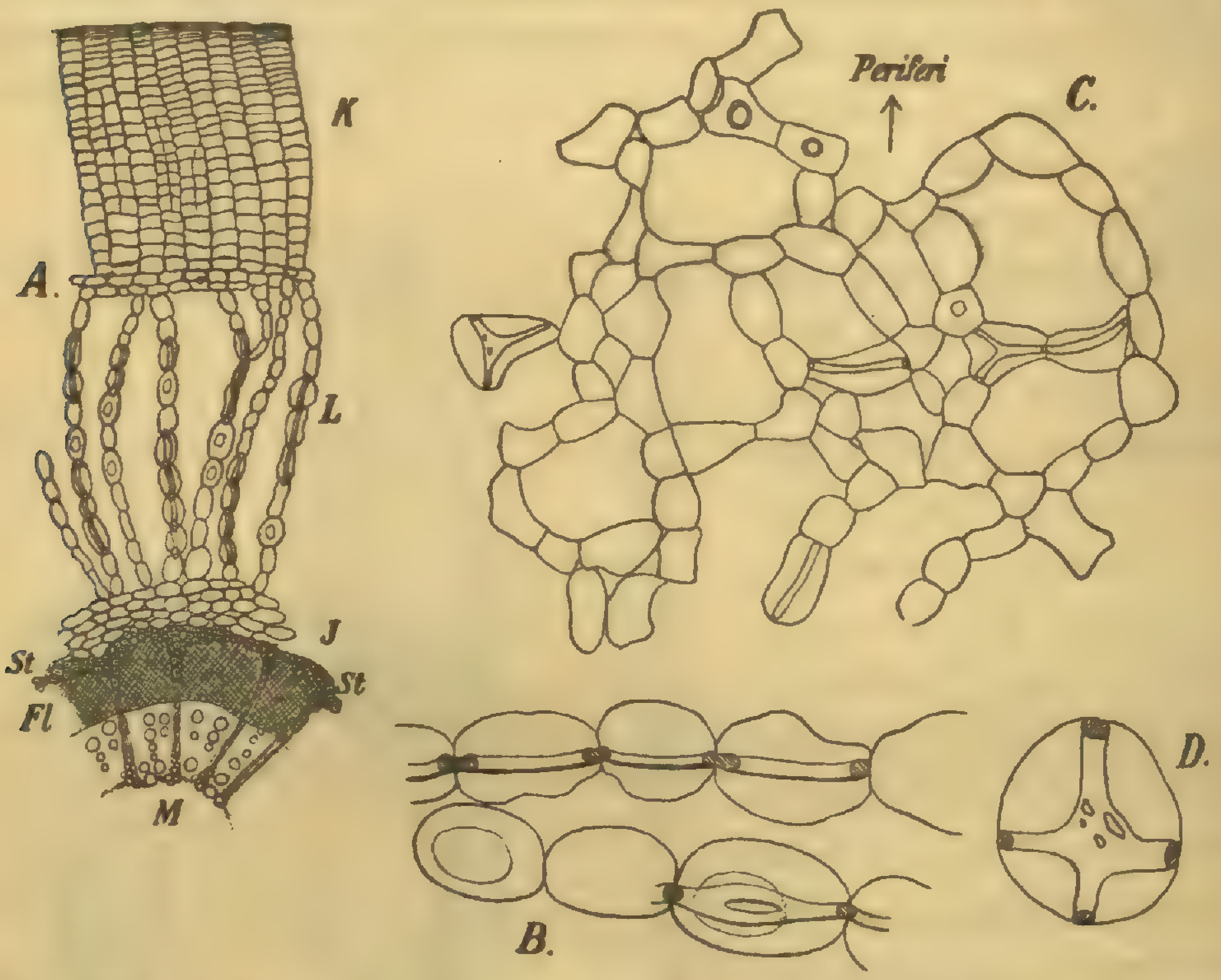


Fig. 59 à 62. — *Avicennia nitida* Jacq. — A, Racine aérienne, coupée transversalement : *K*, liège ; *L*, Écorce moyenne et aérifère ; *St*, Cellules pierreuses ; *Fl*, phloème ; *M*, Moelle. — B, Cellules à bandes épaisses dans le tissu aérifère (Fig. A, *L*). — C, Tissu aérifère coupé transversalement (voyez le texte). — D, Cellule à bandes épaisses du tissu aérifère, encore plus agrandie. (A et B sont dessinées par M. Warming).

---

(1) Une préparation de l'*Avicennia tomentosa* Sw., sans indications au sujet de la place où la plante avait poussé, a été examiné par M. Warming. Elle montrait un tissu à peu près semblable à celui que j'ai trouvé ici. C'est dommage que la description qu'en fait M. Schenck, *l. c.*, soit si courte qu'on n'obtient pas une bonne idée de la structure. Je suis disposé à croire que les échantillons que j'ai emportés appartiennent à l'*Avicennia tomentosa*, puisque cette plante se rencontre à places isolées, aux Indes occidentales, et qu'Eggers nomme l'*A. tomentosa* dans l'édition anglaise de la Flore de S^{te}-Croix.

ques pores linéaires ? Dans les autres racines, au contraire, où des couches tangentielles de cellules alternent avec des lacunes, la structure est un peu différente. M. Warming en parle ainsi : dans les séries radiales, un grand nombre de ces cellules autrement pourvues de parois très minces, sont, pour but mécanique, munies d'épaississements qui vont dans les cellules en direction radiale (Fig. 59, B). Outre les grandes lacunes, il y a aussi de petits méats intercellulaires qui se voient distinctement par une coupe verticale et tangentielle, et qui paraissent dans une coupe transversale comme des cercles, à double contour (Fig. 59, C). Les cellules du système cortical sont colorées en violet par le chlorure de zinc iodé, les cellules épaissies exceptées qui deviennent jaunes. Les épaississements sont colorés en rouge par la phloroglucine et l'acide chlorhydrique, et elles sont donc lignifiées.

Cette écorce permanente est entourée d'une zone de liège (Fig. 59, A, K) qui se continue tout autour du bout de la racine, où cette zone est bien plus mince. Les cellules du liège sont rougies par la phloroglucine et l'acide chlorhydrique. La zone de liège est entrecoupée par un grand nombre de lenticelles (Pneumathodes). Dans ces lenticelles le tissu se compose de cellules en séries, laissant entre elles de nombreux méats intercellulaires. Mes observations concordent complètement avec celles de M. Goebel (1), qui a fait une description de ces cellules dans l'*Avicennia officinalis* où il les compare à des conidies qui se détachent. Ces lenticelles mettent l'écorce qui se trouve derrière la zone de liège, en rapport facile avec l'air. Les cellules des lenticelles aussi bien que de l'écorce contiennent des gouttelettes d'huile brun-clair, ce que fait remarquer déjà M. Schenck.

L'anatomie de la feuille a été décrite par M. Wille (2). On y remarque en premier lieu les grandes trachéides, presque pierreuses, qu'on trouve surtout auprès des faisceaux fibro-vasculaires et de l'hypoderme qui est assez fort. Ce qui caractérise en outre l'anatomie de la feuille ce sont plusieurs espèces de trichomes, en partie enfoncés sur la face supérieure, en partie serrés sur la face inférieure de la feuille, par quoi se forme une couverture servant d'abri aux stomates.

---

(1) *l. c.*, p. 253.

(2) N. Wille : *Om Stammens og Bladets Bygning hos Avicennia nitida*. Botanisk Tidsskrift, 13. Bind p. 33).

Des plantules se rencontraient souvent (voyez fig. 63). Elles ressemblent beaucoup à celles de l'*Avicennia tomentosa*, mentionnées et dessinées par M. Schimper (1). La partie supérieure et lisse de la tigelle est pourtant ici plus grande. Schimper dit, qu'en général, les fruits s'ouvrent avant de se détacher de l'arbre ; les quelques fruits que nous avons cueillis des arbres ne s'étaient pourtant pas ouverts. Comme M. Schimper le fait remarquer, la plantule porte deux grands cotylédons charnus, pliés l'un dans l'autre. La partie supérieure de la tigelle est couverte de longs poils serrés, qui servent à attacher la plante dans la terre. La radicule ne se développe point, mais en revanche naissent, de bonne heure, plusieurs (5-6) racines secondaires qui la remplacent.

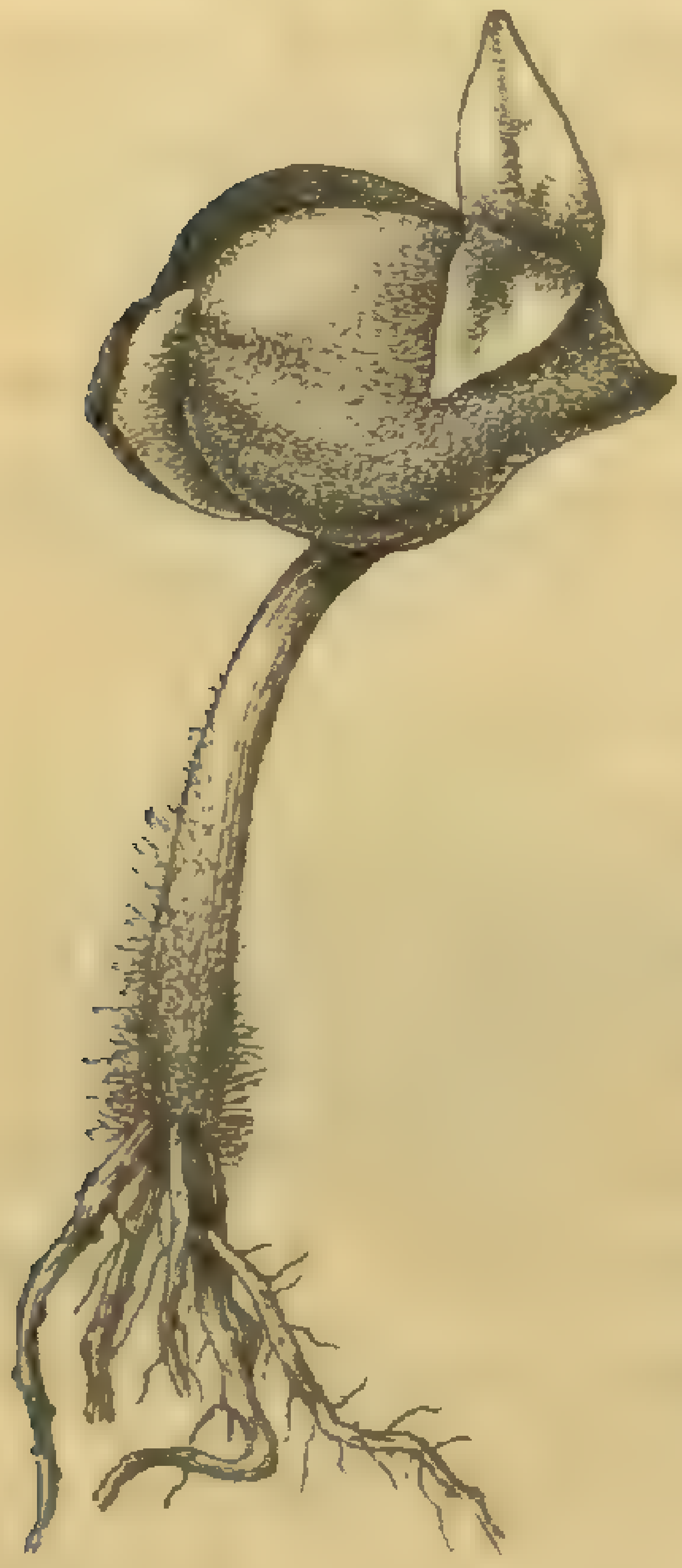


Fig. 63.— *Avicennia nitida* Jacq.— Plantule récoltée à S^t-Thomas (un peu réduite).

Voici en traits courts, l'anatomie du cotylédon : par une coupe transversale on voit le mésophylle entièrement composé de cellules arrondies à petits méats intercellulaires. L'amidon y abonde. Les cellules de l'épiderme supérieur sont assez petites et la paroi extérieure peu épaisse ; vues d'en haut elles sont rectilignes et polygonales. A toutes les deux faces de la feuille, il y a des poils glanduleux de structure ordinaire ; mais les stomates ne sont distribués qu'à la face inférieure.

LAGUNCULARIA RACEMOSA G.

Le *Laguncularia racemosa* G. n'est en général qu'un petit arbre, ou peut-être est-il plutôt à regarder comme un grand arbuste atteignant la hauteur de 3 à 4 mètres (sur la planche 11 on voit, en haut et à droite, un arbuste de *Laguncularia*, et planche 12, à gauche, un fragment de cette espèce). Les feuilles, d'une couleur vert-grisâtre, sont assez épaisses, dressées et orientées dans un plan vertical, un peu ovales et entières. En tenant une feuille vers le jour, on aperçoit des points noirs, dus à de curieuses formations glanduleuses dont je vais parler plus loin (Fig. 78, L). Sur la tige il y a, tout près de la base du limbe, deux glandes (Fig. 78, G). Dans le bourgeon, les feuilles sont enroulées. J'ai déjà fait remarquer que le *Laguncularia,* aussi bien que l'*Avicennia,* a des racines négativement géotropiques. Celles que j'ai observées aux Antilles danoises étaient petites et ne s'élevaient généralement que de quelques centimètres de la vase. Elles étaient d'une couleur rougeâtre (dans la première période de leur vie) ou grisâtre ; lisses tant qu'elles furent jeunes, puis faiblement ridées. Souvent elles se ramifiaient ; le bout de la racine

---

(1) Schimper : *Die indo-malayische Strandflora*, p. 56, tab. 6, fig. 4-8.

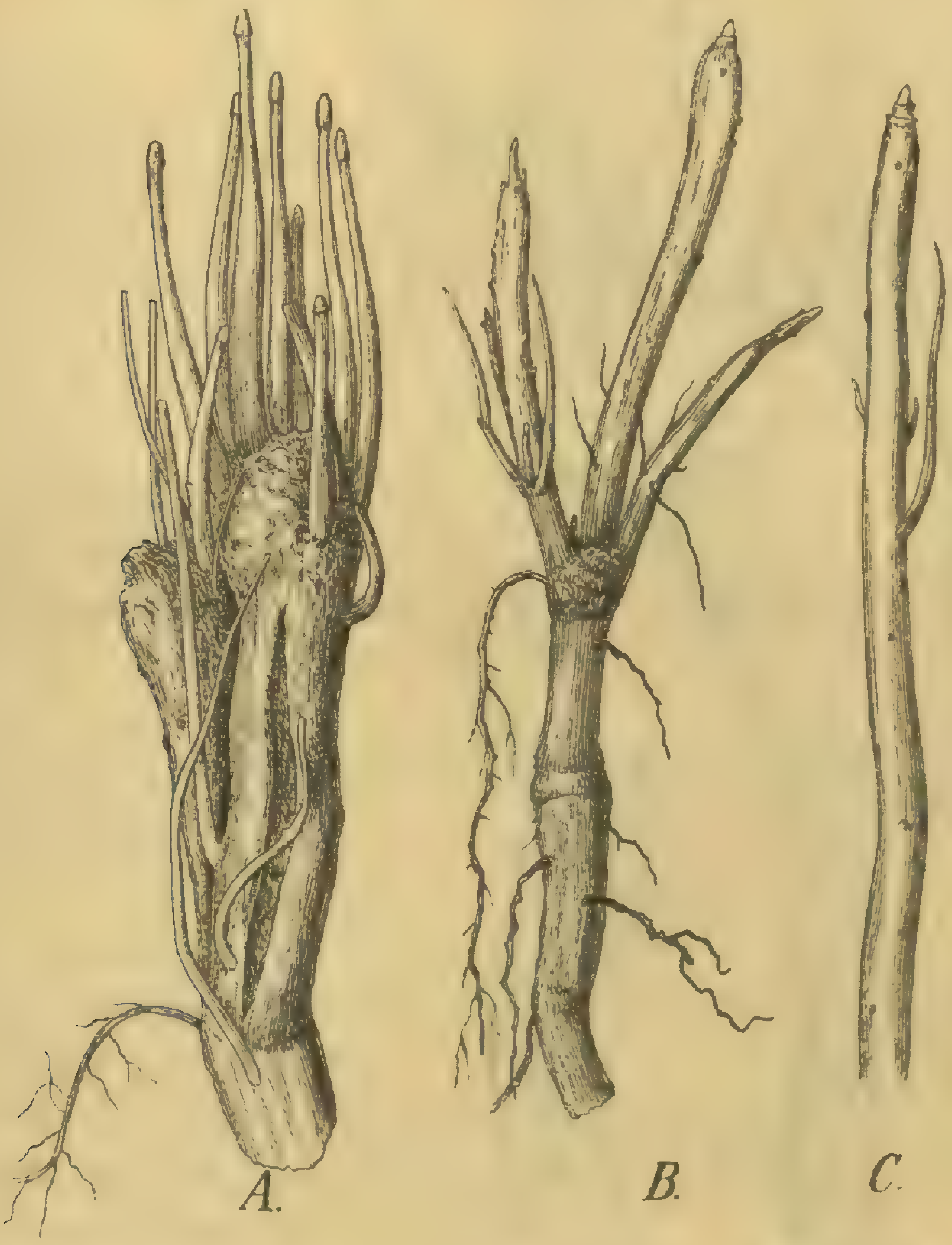


Fig. 64 à 66. — *Laguncularia racemosa* G. — Racines aérifères : A, récoltées à Orkanœen à Saint-Thomas ; de nombreuses petites racines apparaissent. — B et C, récoltées dans la lagune à Saint-Jean, racines aérifères moins ramifiées (à peu près grandeur naturelle).

était alors mort (à cause du tarissement ?) et en sa place étaient nées un grand nombre de petites racines nouvelles en général d'une épaisseur peu considérable (jusqu'à 1/2 cm.). J'ai trouvé de telles racines à « Orkanœen », près de Saint-Thomas, dans une petite lagune séparée de la mer, où ne poussait que le *Laguncularia* (1). A Cruz Bay, à S^{t}-Jean, il y avait des racines aérifères un peu plus grandes, d'une hauteur de jusqu'à 10 cm., et d'une épaisseur d'un cm. Elles étaient d'un brun grisâtre et avaient des lenticelles éparses et étaient plus pointues que celles de l'*Avicennia*. Souvent elles étaient un peu renflées en massue et la pointe devenait courte et conique (Fig. 64, B, C). Aux parties souterraines des racines il y avait de fines racines fibreuses qui s'étaient ramifiées.

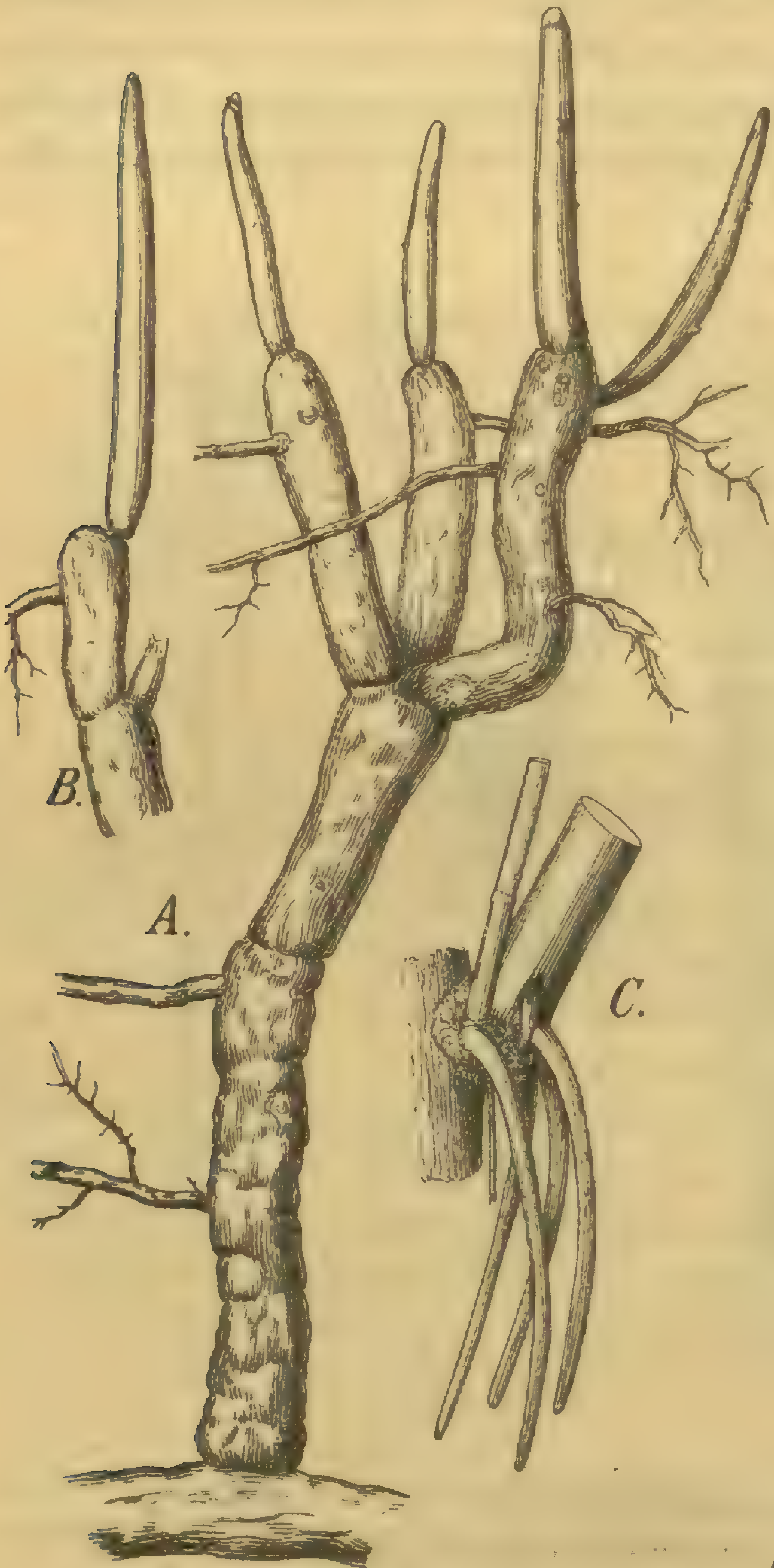


Fig. 67 à 69. — *Laguncularia racemosa* G. — A et B. racines aérifères, récoltées à Puerto-Cabello par M. Warming ; C, racines aériennes, naissant de la tige et se dirigeant vers l'eau. Orkanœen à S^{t}-Thomas (à peu près de grandeur naturelle).

M. Warming trouva à Puerto Cabello, en 1892, des racines aériennes ayant jusqu'à 12 cm.

---

(1) M. Schenck a observé de telles racines au Brésil.

de longueur et d'un cm. d'épaisseur. Elles étaient souvent ramifiées, mais les branches secondaires étaient peu nombreuses (voyez la fig. 67, A, B). Par cette figure on peut voir que les racines aériennes naissent de racines grimpant horizontalement, et l'on remarque encore que la figure A montre 4 générations de ramifications. La racine mère a cessé de pousser, et une nouvelle racine a paru. De celle-ci sont sorties trois branches, et deux d'entre elles portent chacune une nouvelle racine aérienne, tandis que la troisième branche en a deux. M. Schenck (1) dit pourtant avoir vu des racines aériennes encore plus grandes, de 2 à 3 dcm. de longueur.

A Orkanœen, dans la petite lagune nommée ci-dessus, il y avait quelques petites racines aériennes qui sortaient du haut des branches et se courbaient vers la terre, de la même manière que les racines adventives du Mangrove, qui lui servent de soutien (voyez fig. 67, C). Elles étaient pourtant assez petites et fines (jusqu'à 1 cm. d'épaisseur), et il n'y avait que les plus inférieures, tout près de l'eau, qui touchassent l'eau et la vase molle (2).

La structure anatomique de ces racines aériennes a été décrit par M. Schenck, *l. c.*; en renvoyant à l'ouvrage où il en parle, je ne vais donner qu'une courte description de cette anatomie, en me servant, outre mes propres observations, de quelques notes et figures communiquées par M. Warming.

Dans les racines polyarches, la moelle occupe une assez grande partie. Elle se compose de cellules à parois minces et est entourée d'un cercle ligneux. Le cambium forme une grande zone de leptome, mais comparativement peu de bois. Dans les racines plus vieilles le système ligneux est pourtant d'une grande solidité et d'une épaisseur considérable. L'écorce primaire fonctionne d'abord comme tissu aérifère, et la zone intérieure de cette écorce est constituée d'un endoderme bien distinct. Cette écorce, dans laquelle on trouve beaucoup de lacunes, se compose de deux sortes de cellules : 1° des cellules à parois minces qui, coupées transversalement, se montrent arrondies, coupées longitudinalement, presque carrées; 2° des cellules à parois plus épaisses, étendues dans le sens longitudinal

---

(1) *l. c.*, p. 85.

(2) Quelque chose d'analogue a été observé par M. Warming, à Ponce, Porto-rico. Il y trouva dans les bocages de *Laguncularia* et les plaines couvertes de *Batis*, quelques petites lagunes remplies d'eau, et dans celles-ci poussait un exemplaire de *Laguncularia* dont les branches presque horizontales donnaient naissance à un grand nombre de racines aériennes.

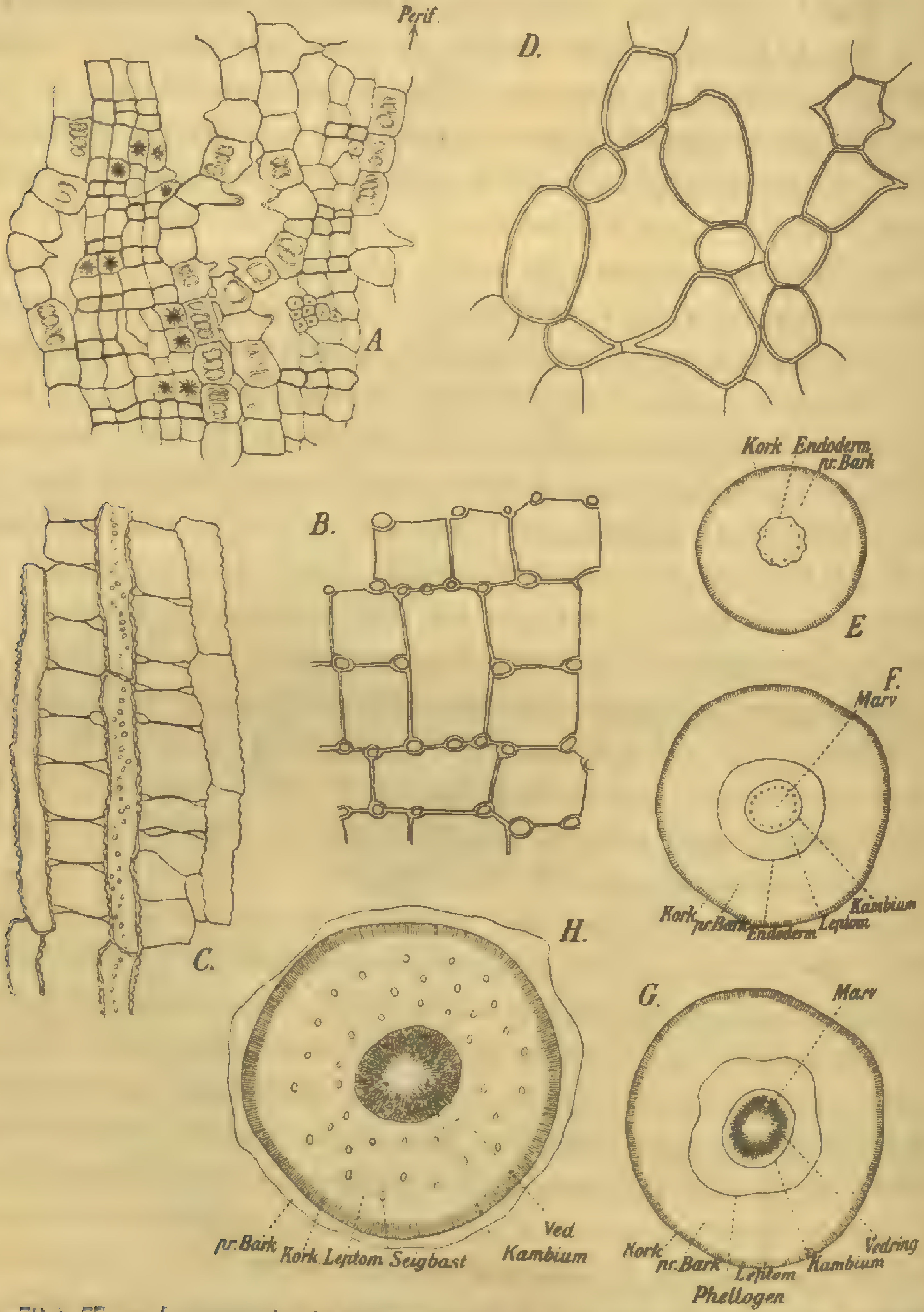

Perif.
A
D.
Kork
Endoderm
pr.Bark
E
B.
F.
Marv
Kork
pr.Bark
Endoderm
Leptom
Kambium
C.
H.
G.
Marv
pr.Bark
Kork
Leptom
Seigbast
Ved
Kambium
Kork
pr.Bark
Leptom
Kambium
Vedring
Phellogen

Fig. 70 à 77. — *Laguncularia racemosa* G. — A, coupe transversale du phloème d'une racine aérienne ; la périphérie est tournée en haut (E. Warming del.). — B, coupe longitudinale et radiale du phloème ; rayons de parenchyme. — C, coupe longitudinale et radiale d'écorce primaire. — D, coupe transversale d'écorce primaire. — E, F, G, H, quatre phases du développement d'une jeune racine aérifère, montrant la formation du phloème et la chute de l'écorce primaire (Dans la figure il y a des termes danois, en voici la traduction : *Kork*, liège ; *Bark*, écorce ; *Kambium*, cambium ; *Ved*, bois ; *Vedring*, zone ligneuse ; *Seigbast*, liber (*Hartbast*) ; *Marv*, moelle).

de la racine. De ces dernières il y a un grand nombre, et elles sont toutes pourvues de pores arrondies (Fig. 70, B et C). Elles sont faiblement colorées en rouge par la phloroglucine et l'acide chlorhydrique. Dans la périphérie de l'écorce se forme de bonne heure, derrière l'épiderme supérieur, une couche de liège (Fig. 70, E, *Kork*).

Peu à peu la racine, tout en croissant, va se délivrer de l'écorce primaire (Fig. 70, E, F, G et H), et la grande zone de leptome prend le rôle de tissu aérifère. En dedans de l'endoderme se constitue une zone de phellogène, qui produit une épaisse couche de liège. Les cellules du leptome se séparent peu à peu, de la manière curieuse dont M. Schenck nous a donné la description (voyez fig. 70, A) ; d'ailleurs on observe le même phénomène dans l'écorce primaire (voyez fig. 70, D). Avant que dans l'endoderme la formation d'interstices ait commencé à se produire, celui-ci est d'une structure toute régulière. Il se compose de rayons de parenchyme et de leptome. Les cellules des rayons de parenchyme, coupées transversalement, montrent sur les parois extérieures des zones circulaires à doubles contours (voyez fig. 70, A), dues à de nombreux méats intercellulaires qui se voient distinctement en coupe radiale (voyez fig. 70, B). Dans les rayons de leptome, le parenchyme, à parois fines et minces, alterne avec les fibres criblées, dont les parois plus épaisses prennent une couleur foncée. Par ci et par là on voit des faisceaux de fibres libériennes à parois très épaisses, dans le tissu aérifère (Fig. 70, H). Les cellules de parenchyme contiennent de l'oxalate de chaux (Fig. 70, A).

En grands traits, l'anatomie des racines aériennes, sortant des branches, est la même que celle des racines aérifères. Les cellules de l'écorce primaire étaient plus nombreuses et les parois en furent plus épaisses. De vieilles racines je n'en ai vu aucune ; mais, à juger du développement considérable du leptome, l'écorce primaire se détache, même ici.

Quant à la structure de la feuille (en grands traits donnée par M. Holtermann (1), on peut dire que celle-ci est, en général, toute entièrement isolatérale. Au milieu se trouve une couche de paren-

---

(1) Carl Holtermann: *Beitrage zur Anatomie der Combretaceen*, p. 5 (Christiania Vidensk. Selsk. Forhandl. 1893. Nr. 12). Voyez aussi Heden : *Anatomische Charakteristick der Combretaceen* (Bot. Centralblatt 1893, tome 56, p. 163).

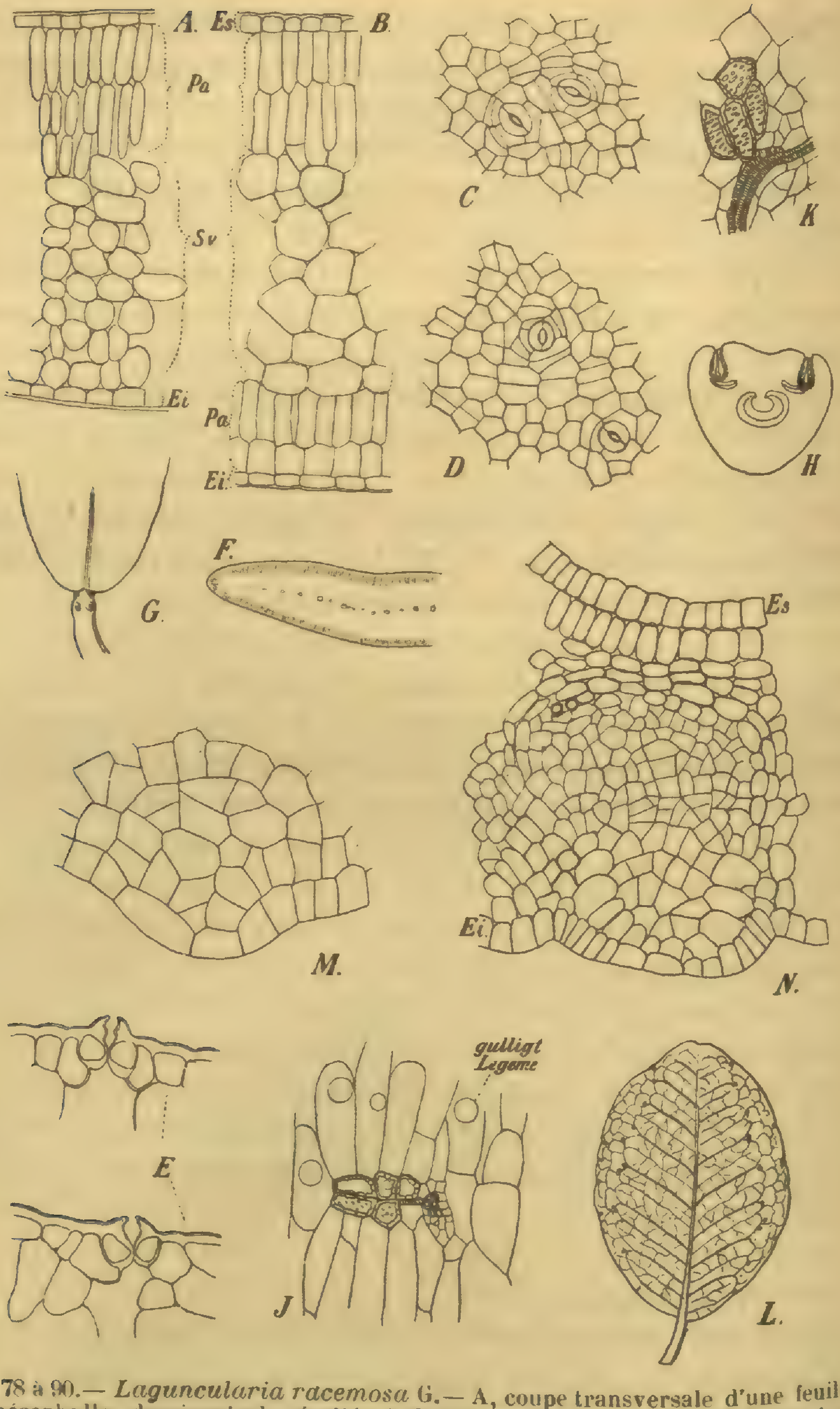


Fig. 78 à 90.— *Laguncularia racemosa* G.— A, coupe transversale d'une feuille à mésophylle dorsiventral, récoltée à Orkanoen, St-Thomas. — B, coupe transversale d'une feuille isolatérale, récoltée à Tobago (leg. Eggers) (del. E. W). — C, épiderme supérieur (del. E. W). — D, épiderme inférieur (del. E. W.). — E, stomates (del. E. W.). — F. coupe transversale d'une feuille, un peu agrandie (del. E. W.). — G, pétiole à glandes. — H. coupe transversale d'un pétiole à deux glandes (del. E. W.). — J, coupe transversale d'une nervure ; on voit les trachéides s'étendre à gauche. Dans les cellules se voit un rond corps jaune et réfringent, probablement des gouttes d'huile (del. E. W.). — K, coupe superficielle d'une nervure à trachéides. — L, feuille, vue de la face inférieure ; les points noirs sont dus à des cavités laissées par les formations de l'épithème (del. E. W.). — M, premier degré du développement de l'épithème d'une jeune feuille. — N, phase un peu plus avancée.

chyme lacuneux, entourée des deux côtés de cellules palissadiques, chose sur laquelle l'auteur norvégien, appelle l'attention (Fig. 78, B). A la face supérieure pourtant, le tissu de cellules est en général, le mieux développé, et il y a des feuilles dont le mésophylle est d'une structure tout à fait dorsiventrale (voyez fig. 78, A : une feuille récoltée à Orkanoen). Comme le montre la figure, il y a deux ou trois couches de cellules allongées, et puis, en dessous de celles-ci, un parenchyme composé de cellules arrondies. Dans des feuilles récoltées à Tobago, par M Eggers, le parenchyme au milieu de la feuille était assez fort et formé de cellules arrondies les cellules allongées étaient plus longues à la face supérieure qu'à la face inférieure (Fig. 78, B). L'épiderme est constitué par des cellules à parois rectilignes qui, vues de la surface, sont polygonales. Coupées transversalement, elles se montrent rectangulaires, un peu plus grandes à la face inférieure qu'à la face supérieure. Surtout à la face supérieure la paroi en est épaisse et cuticularisée. Les stomates se trouvent en nombre à peu près égal dans les deux faces. Ils sont placés au niveau de la surface ou sur les crêtes que portent les cellules et qui s'élèvent au-dessus de ce niveau (Fig. 23, E). La feuille contient beaucoup de tanin ; surtout dans le tissu de palissades. Là il y a aussi des gouttes d'huile. Çà et là on voit dans ce tissu, mais encore plus souvent dans le parenchyme, des cellules à cristaux agglomérés.

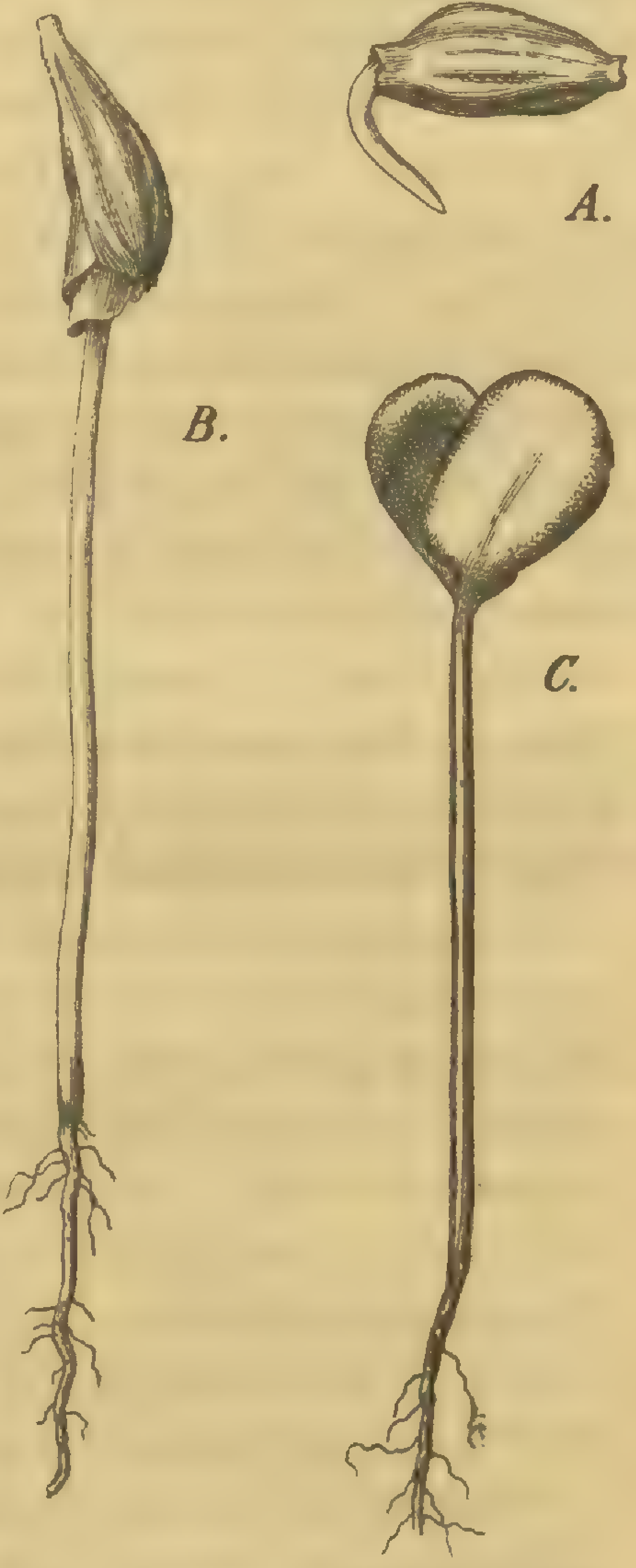


Fig. 91 à 93. — *Laguncularia racemosa* G. — Trois plantules, montrant différentes phases de développement.

Aux bouts des nervures et souvent sortant de leurs côtés, il y a de grandes trachéides ponctuées, à parois épaisses (Fig. K, J, voyez aussi Holtermann, l. c. tab. 1, fig. 15).

En tenant la feuille vers le jour, on s'aperçoit d'un nombre considérable de grands points noirs (Fig. 78, L.), causés par de grandes glandes, curieuses. Celles-ci cessent bientôt de fonctionner, étant entourées, déjà dans les feuilles assez jeunes, d'une zone de liège. En même temps les cellules se dessèchent, et ainsi se fait dans la feuille une cavité pyriforme (voyez Holtermann, l. c., fig. 10). Ces cavités ne se forment qu'à la face inférieure de la feuille. En coupant transversalement quelques jeunes feuilles, j'ai trouvé quelques-unes de ces formations dans leurs premières phases. Le degré de développement, le plus jeune, se voit dans la figure 78, M. A en juger par l'apparence on peut supposer qu'une ou plusieurs cellules de la couche sous-jacente à l'épiderme, commencent la formation de la glande; il m'a pourtant été impossible de donner des détails précis sur le processus de la division. La fig. 78, N. montre un degré de développement plus avancé. Ici les divisions de cellules pénètrent profondément dans la feuille et ne laissent intacts que l'épiderme supérieur et le tissu de cellules allongées sous-jacent. M. Holtermann regarde ces formations comme de l'épithème, et cette explication paraît être parfaitement exacte. Pourtant je n'ai pas réussi à découvrir de stomates servant de sécrétoires d'eau. Excepté ces points plus grands dans la feuille, on va découvrir à l'aide d'une loupe un grand nombre de petits points noirs, dus à des poils glanduleux, enfoncés dans des cavités piriformes. On voit ces cavités aux deux faces de la feuille ; M. Holtermann en a suivi le développement et je renvoie à ses descriptions et à ses figures. Des glandes de la même structure, mais point enfoncées, se rencontrent dans les jeunes feuilles, encore pliées et enroulées. Elles sont distribuées à la face supérieure de la feuille dans le sillon que forment les deux gaînes roulées, et il est probable qu'une sécrétion, servant d'abri à la feuille, s'y opère. A la face inférieure de la feuille il y a encore des poils simples, courbés d'une manière bien curieuse.

Le pétiole porte, comme je l'ai déjà nommé, tout au-dessous du limbe, deux glandes ou nectaires extra-floraux (Fig. 78, G et H.; cfr. Holtermann). Ces glandes reposent sur deux nervures secondaires et montrent, coupées verticalement, dans l'intérieur un noyau limpide et creux, piriforme, qui paraît être un organe sécrétoire ou peut-être destiné à absorber de l'eau.

Il y avait un assez grand nombre de plantules. Elles ne commencent pas à se développer avant que les assez grands fruits, un peu comprimés, soient tombés. Ceux-ci sont charnus, verdâtres et sillonnés. La plantule offre à l'œil la forme d'un cylindre; la tigelle est entièrement couverte des cotylédons pliés; l'albumen manque. Au commencement de la germination la radicule sort du sommet du fruit entre les sépales (fig. 24, A). La radicule s'enfonce dans la vase, et s'y ramifie rapidement. La partie hypocotylée de la tigelle s'élève vers le ciel et atteint une hauteur considérable (Fig. 24, B). Enfin les cotylédons font crever les enveloppes des fruits (Fig. 24, C). Les cotylédons sont plus ou moins asymétriques, de plus, ovales ou plutôt rectangulaires à angles arrondis, assez épais (Fig. 24, C) et d'une couleur vert-foncé. Coupés transversalement on les voit composés essentiellement de cellules arrondies, très riches en amidon. Il n'y a que les cellules sous-jacentes à l'épiderme qui soient d'une forme plus allongée. A la face inférieure aussi bien qu'à la face supérieure on trouve des stomates.

NOTE SUR LA FLORE MARITIME

DU CAP GRIS-NEZ (PAS-DE-CALAIS)

par **M. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE** (*Suite*)

Parmi les plantes les plus intéressantes de ces pelouses, dont la présence est attribuable au voisinage de la mer, je citerai encore : le *Plantago Coronopus*, le *P. lanceolata*, var. *capitellata*, et le *Sagina nodosa*, var. *maritima*.

Quant au fond de la flore des pelouses il est constitué surtout par des Graminées, dont il est difficile de reconnaître les espèces, parce qu'elles ont rarement l'occasion de fleurir. J'y ai vu pourtant : *Festuca ovina*, *F. duriuscula*, var. *glauca*, *Cynosurus cristatus*, *Lolium porenne*, *Dactylis glomerata*, c'est-à-dire les espèces les plus vulgaires. En outre plusieurs autres espèces telles que : *Cerastium vulgatum*, *Sagina apetala*, *Lotus corniculatus*, *Galium verum*, *Achillea Millefolium*, *Bellis perennis*, *Senecio Jacobœa*, *Carlina vulgaris*, *Cirsium lanceolatum*, *C. acaule*, *Taraxacum officinale*, *Leontodon autumnale*, *Sonchus asper*, *Thrincia hirta*, *Anagallis arvensis*, *Plantago media*, *P. lanceolata*, etc.

Le *Sonchus asper* se présente souvent sous une forme évidemment due au climat maritime. Mais outre qu'il a les parties parenchymateuses très épaisses, il a une tige très peu développée en hauteur, et quelquefois les capitules sortent en groupes presque directement de la rosette radicale. Ce fait se présente avec le plus de netteté lorsque les individus se développent sur les murs en pierres sèches.

Ces derniers entourent les pâturages qui avoisinent la mer. Dans leurs interstices on peut trouver : *Cochlearia danica*, *Senebiera Coronopus*, *Cerastium vulgatum*, *Arenaria leptoclados*, *Sedum acre*, *Sonchus asper*, *Senecio vulgaris*, *Anagallis arvensis*, *Plantago Coronopus*.

On y voit aussi parfois l'*Erodium Cicutarium* sous des formes particulières au littoral. L'une d'elles me paraît se rapprocher beaucoup de l'*Erodium Lebelii* Jord. et une autre de l'*E. pilosum* Bor. qui ont été observés tous deux en Normandie. L'*E. pilosum* est d'ailleurs connu dans les dunes du Marquenterre (Eloy de Vicq). Je ne voudrais pas cependant affirmer l'identité de nos *Erodium* avec ceux précédemment cités, parce que j'ai manqué jusqu'ici de matériaux de comparaison.

Quelques Mousses saxicoles se développent aussi sur les murs : *Barbula muralis*, etc. Mais la flore la plus intéressante de cette station est certainement celle des Lichens. Voici quelques espèces relevées sur un mur à 300 mètres environ de la falaise : *Xanthoria parietina, X. lychnea, X. candelaria* (AC. et fructifié), *Placodium murorum, P. canescens, P. callopismum, Physcia stellaris*, var. *tenella* et *leptalea, P. aquila* (fortement sorédié), *Ramalina calicaris*, var *canaliculata, Opegrapha Chevalieri*, CC.

Un autre mur un peu plus éloigné de la mer, à 400 mètres environ, mais de construction plus récente, m'a offert : *Verrucaria maura* AC., *Verrucaria rupestris* (sur du mortier), *V. plumbea, V. muralis, Aspicilia calcarea, Urceolaria scruposa, Xanthoria parietina, Lecanora subfusca, L. atra, Placodium canescens, P. callopismum, Opegrapha Chevalieri, O. rupestris.*

Parfois les clôtures des pâturages sont en bois au lieu d'être en pierres : la flore des Lichens alors change considérablement et on peut observer : *Usnea barbata* (rare et mal développé), *Parmelia olivacea, P. saxatilis, Physcia stellaris*, var. *tenella, Evernia Prunastri, Ramalina fastigiata, Placodium canescens, Lecanora subfusca*, C. et *Lecidea grossa*, CC.

III.

Cette partie de la falaise s'étend depuis la pointe du Cap Gris-Nez jusqu'à la pointe de la Courte-Dune. Elle fait face au Nord, c'est-à-dire qu'elle est orientée perpendiculairement à la direction des deux parties précédentes. La constitution géologique du sol présente la même structure, mais la flore y diffère d'une façon assez notable.

D'une manière générale, la zone se bordure des hautes marées, ne s'y montre pas bien développée, et ce fait est dû à ce que la mer vient à chaque marée battre directement le pied de la falaise : c'est à peine si aux marées de morte-eau, il reste une bande large de deux à trois mètres, qui n'est pas inondée.

Il faut faire cependant une petite exception pour une station peu étendue, située exactement en face des maisonnettes composant le hameau du Cap Gris-Nez (le *Nez*, comme on dit par abréviation dans le pays). Là, sur quelques mètres carrés de sable un peu humide, j'ai trouvé : *Agropyrum junceum*, *Carex arenaria* et *Sagina nodosa* var. *maritima*. Ces quelques espèces appartiennent en grande partie à la flore des dunes. Plusieurs plantes continentales s'y trouvent mêlées : *Trifolium fragiferum*, *Tussilago Farfara*, *Leontodon hispidus*, *Taraxacum dens-leonis*, *Cirsium acaule*, *Carlina vulgaris*, *Plantago lanceolata*, *Equisetum arvense*.

Abstraction faite de cette exception, la flore de la falaise peut se diviser en deux parties bien différentes, l'une de l'autre : 1° Depuis la pointe du cap, jusqu'à l'échancrure où se trouve actuellement l'Hôtel de la Sirène. 2° Depuis cet hôtel jusqu'à la Courte-Dune.

Dans la première partie, l'escarpement de la falaise est formé presque en entier par les sables et les grès portlandiens, qui plongent presque verticalement et recouvrent les argiles Kimméridiennes. Cette station est couverte d'un gazon abondant formé de longues herbes peu estimées des moutons, ce qui explique d'ailleurs leur longueur. La Graminée qui y domine est le *Brachypodium pinnatum* que la dent de l'animal respecte toujours religieusement. On y voit ensuite le *Festuca ovina* et le *Dactylis glomerata*, mais beaucoup plus rarement.

Les halophiles de cette petite région sont : *Anthyllis Vulneraria* var. *maritima*, *Apium graveolens*, *Daucus Carota*, *D. gummifer*. *Psamma arenaria*, *Festuca arundinacea* var. *littoralis*.

Le *Psamma arenaria* se développe ici très bien vers le haut de la falaise, dans les sables portlandiens. Il y fleurit et y fructifie. Assez fréquemment aussi ses épis sont attaqués par le *Claviceps purpurea*.

Quant au *Festuca arundinacea* Schr. var. *littoralis*, c'est une curieuse forme littorale qui diffère du type « *par son mode de végétation en grosses touffes, hautes de 1 à 2 mètres, par ses feuilles larges de 18 à 20 mm., et par sa panicule un peu resserrée* (1) ». Elle est connue depuis 1820 dans les falaises du Moulin Wibert, à la Crèche, entre

---

(1) Masclef : *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département du Pas-de-Calais*. Arras, 1886, p. 190.

Boulogne et Wimereux, où elle a été découverte par Jacquemont. C'était d'ailleurs la seule localité connue jusqu'à ce jour dans le Pas-de-Calais. La localité du Cap Gris-Nez, que j'ai découverte il y a une dizaine d'années, est donc la seconde.

Au-dessus de ces pelouses en pente raide, et couronnant la falaise, se trouvent d'autres pelouses généralement rases, constituant le plateau sur lequel est élevé le phare du Cap Gris-Nez. Elles ont beaucoup de ressemblance avec celles décrites à la seconde partie. Toutefois, elles sont envahies sur beaucoup de points par le *Brachypodium pinnatum*, qui forme de grosses touffes de feuilles longues et desséchées, négligées des moutons. Le gazon n'y est donc pas uniformément ras.

Je dois aussi rectifier ici une erreur que j'ai commise il y a quelques années (1). C'est sur ces pelouses qu'en 1894 j'ai trouvé un Trèfle auquel j'avais cru devoir donner le nom de *Trifolium maritimum* L. Mais un examen plus approfondi de la plante, sur des échantillons plus nombreux recueillis les années suivantes, m'a montré que j'avais affaire à une forme un peu particulière du *Trifolium pratense*. Le *T. maritimum* n'existe donc pas au Gris-Nez, pas plus, d'ailleurs, que dans toute la région maritime du Nord de la France.

Les plantes continentales de cette partie de la falaise sont les suivantes : *Papaver Rhæas*, *Linum catharticum*, *Lotus corniculatus*, *Pimpinella Saxifraga*, *Bellis perennis*, *Tussilago Farfara*, *Pulicaria dysenterica*, *Centaurea nigra*, *Cirsium arvense*, *C. acaule*, *Sonchus oleraceus*, *Leontodon autumnale*, *Brunella vulgaris*, *Plantago lanceolata*, *P. media*, *Rumex acetosa*, *Carex hirta*.

La seconde partie de la falaise (depuis l'hôtel de la Sirène jusqu'à la Courte-Dune), offre de nombreux éboulements des sables portlandiens, et des glissements non moins nombreux des argiles du Kimméridien. Il en résulte un sol très mêlé, formé de parties alternativement sèches et humides.

La flore halophile est très peu représentée dans cette portion non seulement par suite du petit nombre des espèces, mais aussi par celui des individus. Encore sont-ce en général les espèces le moins halophiles qui s'y rencontrent, comme *Armeria maritima*,

---

(1) Géneau de Lamarlière : *Contribution à la flore du Pas-de-Calais*. (Feuille des jeunes naturalistes. 1894, p. 30, nº 290).

Apium graveolens. Ce n'est que sur les éboulis argileux, tout à fait au contact de l'eau de mer qu'on voit un certain nombre de *Daucus* maritimes, l'*Agrosis vulgaris* var. [*maritima*, [et quelques *Atriplex hastata*. Cependant à la pointe même de la Courte-Dune, là où les falaises cessent presque subitement pour faire place aux dunes, on peut observer une flore halophile un peu plus riche en individus. Il y a là surtout sur un espace de quelques mètres des plantes de la zone de bordure des hautes mers, comme *Honkeneja peploides*, *Salsola Kali*, *Atriplex farinosa* Dum., *A. hastata*, var. *salina*, *Cakile maritima*, puis des plantes des prairies vaseuses : *Salicornia herbacea* (1 individu en 1899), *Aster Tripolium* (2 individus en 1895), *Glaux maritima*, *Beta maritima*, *Apium graveolens*, enfin une plante des falaises : *Matricaria maritima* magnifiquement développée.

Cette pauvreté générale de la flore halophile dans cette partie, peut s'expliquer de la façon suivante : la pointe du Cap Gris-Nez abrite contre les vents d'Ouest, qui sont les vents dominants, toute cette partie de la falaise. Elle reçoit donc de ce fait beaucoup moins d'embruns marins que les parties I et II, faisant face normalement à la direction des vents. En second lieu, même par les vents du Nord, la formation d'embruns est moins abondante parce que la côte est moins rocheuse, et que la mer se brise avec moins de violence sur le rivage. Cependant, à la pointe de la Courte-Dune, un amas un peu plus considérable de rochers garnit le pied de la falaise. Aussitôt on voit se développer sur celle-ci un plus grand nombre d'espèces halophiles.

A cette condition, il s'en joint ici une autre : c'est que sur le côté de ce petit promontoire, il y a une anse très peu profonde, il est vrai, mais qui suffit, je pense, à arrêter quelques graines flottantes, qui s'y fixent et qui y germent parce qu'elles y trouvent des conditions convenables, sans se propager toutefois. La flore halophile y change en effet chaque année, au moins pour les espèces qui n'y sont représentées que par un petit nombre d'individus comme : *Aster Tripolium* et *Salicornia herbacea*.

Mais si la flore halophile paraît souffrir de ces conditions défavorables pour elle, la flore continentale paraît en profiter dans une mesure proportionnellement contraire. Nulle part, en effet, dans les falaises du Gris-Nez, le tapis végétal n'est aussi riche, et les espèces ne sont aussi abondantes. La présence de l'eau vient encore augmenter cette richesse. Voici les espèces que j'ai pu y constater, toujours en fin de saison.

Il y a d'abord les espèces littorales comme : *Sagina nodosa*, var. *maritima*, *Lotus corniculatus* et *Tussilago Farfara*, à formes maritimes, et *Hippophae rhamnoides*.

J'ai déjà cité cette dernière espèce dans les parties I et II de la falaise, mais elle y est très rare. Ici elle est beaucoup plus abondante, quoique un peu rabougrie. Ce n'est pas une halophile. Elle recherche plutôt le climat marin; c'est surtout dans les dunes qu'elle atteint son plus grand développement. M. Boulay (*loc. cit.*, I, p. 39) fait remarquer que l'*H. rhamnoides*, « bien que très abondant dans le sable de nos dunes, n'y trouve pas cependant réalisées toutes les conditions de sa vie normale; je ne l'y ai pas encore vu fructifié, tandis que sur les bords du Rhin et de la Durance, jusqu'à une altitude de 1100 mètres, on le trouve abondamment chargé en automne de ses fruits rouges. » Je suis obligé de relever là une inexactitude. L'*Hippophae* fructifie très bien dans les dunes ainsi que dans les endroits arides de l'intérieur des terres où on l'introduit en compagnie de l'*Ulex europæus* (1). J'ai même connu un jeune chimiste de Dunkerque, M. Leys, qui a essayé de retirer de ces fruits une substance cristallisable. Dans notre région les fruits sont généralement jaunes et non pas rouges. Il est possible que dans certaines localités on ne puisse trouver cette espèce en fruits, parce qu'elle est dioique et qu'un seul sexe y est alors représenté.

Les plantes continentales proprement dites qui se trouvent sur cette partie de la falaise sont les suivantes; dans les mares : *Lychnis flos-cuculi*, *Nasturtium officinale*, *Callitriche stagnalis*, *Mentha aquatica*, *Triglochin palustre*, *Lemna minor*, *Potamogeton oppositifolius*, *Juncus obtuisiflorus*, *Heleocharis palustris*, *Glyceria fluitans*, *Equisetum palustre*, var. *polystachion*, *Hypnum aduncum* (*pseudo-fluitans*), *Hypnum rivulare*, *Chara sp.*

Les endroits frais ou secs offrent : *Ranunculus acris*, *R. repens*, *Cerastium vulgatum*, *Trifolium pratense*, *T. fragiferum*, CC., *T. procumbens*, var. *minus*, *Medicago Lupulina*, *Lotus uliginosus*, *L. corniculatus*, *Ononis spinosa*, *Cratægus oxyacantha*, *Rubus cæsius*, *Rubi fruticosi* divers, *Potentilla anserina*, *P. reptans*, *Hypericum tetrap-*

(1) Il est connu dans le pays sous le nom d'*Épine marante* ou *Épine marine*.

terum, AC., *Epilobium parviflorum*, *E. hirsutum* (CC et social ; dans les portions sèches les individus ont à peine 20 cm. de hauteur, mais malgré cela ils fleurissent et fructifient très bien ; dans les endroits humides ils atteignent 1 m. 50 de hauteur et plus), *Daucus Carota*, *Torilis Anthriscus*, *Helosciadium nodiflorum*, *Berula angustifolia*, *Pimpinella Saxifraga* var. *dissecta*, *Chærophyllum temulum*, *Galium Aparine*, *Inula dysenterica*, CC. et social, *Carlina vulgaris*, *Tussilago Farfara*, *Centaurea microptilon*, *Achillea Millefolium*, *Cirsium arvense*, *C. acaule*, *C. lanceolatum*, *Sonchus asper*, *Thrincia hirta*, C., *Leontodon hispidum*, *L. autumnale*, *Hypochæris radicata*, *Solanum Dulcamara*, *Veronica Beccabunga*, *Odontites serotina*, *Euphrasia officinalis*, *Brunella vulgaris*, *Plantago lanceolata*, et var. *capitellata*, *Rumex acetosa*. *Juncus glaucus*, *J. bufonius*, *J. lamprocarpus*, *Carex glauca*, *Holcus lanatus*, *H. mollis*, *Phragmites communis*, *Lolium perenne*, *Brachypodium prinnatum*, *Agrostis vulgaris*, *Cynosurus cristatus*, *Equisetum arvense*.

Quelques rochers des couches portlandiennes tombés à mi-côte depuis longtemps donnent asile à quelques espèces des lieux secs : *Arenaria Lloydii* (plus fréquent dans les dunes), *Sedum acre*, *Pimpinella Saxifraga* (très rabougri), *Erigeron acre*, *Leontodon autumnale* *Thymus Serpyllum*, *Plantago Coronopus*. Il s'y joint des Mousses qui recherchent les rochers : *Barbula muralis*, *B. ruralis*, *Grimmia pulvinata*, etc. Au sommet de la falaise, les blocs sont encore en place et forment une corniche irrégulière à la face inférieure de laquelle j'ai trouvé *Asplenium Ruta-muraria*, la seule Fougère des falaises, puis *Eurhynchium Algirianum*, et *Zygodon viridissimus*.

Les rochers ont aussi toute une flore de Lichens dont je ne citerai ici que les principaux représentants :

1° Rochers de la base des falaises au niveau des hautes marées : α, à la pointe du Gris-Nez : *Placodium murorum* (différent du type par ses divisions marginales plus étroites et plus serrées), *Caloplaca aurantiaca*. — β, à la pointe de la Courte-Dune : *Placodium murorum* (CC. fructifié), *Caloplaca phlogina*, CC. (à thalle à peine visible ; les fructifications paraissent simplement posées sur les rochers gréseux), *Verrucaria maura* (CC. et couvrant de grandes surfaces de rocher) *V. microspora*, R., *Aspicilia cinerea*, R., *A. calcarea*, CC., *Xanthoria parietina* R., *Toninia candida* (dans les interstices si petits qu'ils soient des rochers qui commencent à se fendre et où il se dépose un peu de terre), *Collema pulposum* (CC. et dans les mêmes conditions).

2° Des rochers en corniche au sommet de la falaise, et qui sont identiques comme structure à ceux du bas, portent : *Aspicilia cinerea, A. calcarea, Placodium murorum* CC., *P. candicans*, C. *Caloplaca pyracea*, var. *pyrithroma, Verrucaria maura, V. rupestris, Biatora rupestris, Opegrapha Chevalieri, O. rupestris, Xanthoria parietina, Physcia aquila, P. stellaris*, var. *tenella, Lecanora subfusca, L. atra, L. varia*, CC., *Collema pulposum, Caloplaca vitellina, C. aurantiaca, Biatora sphœroides*, var. *muscorum, Lecidea petrea*, var. *concentrica.*

3° Les vieux murs en briques du fort qui est au-dessus des maisons du Griz-Nez, portent : *Collema pulposum* et *Toninia candida* (dans les interstices), *Opegrapha Chevalieri, Xanthoria parietina, Placodium murorum, P. callopisum, P. canescens, P. candicans, Aspicilia calcarea, Verrucaria maura, V. glaucina ! Lecanora atra, Physcia stellaris*, var. *tenella.*

Les murs en pierres sèches sont beaucoup moins fréquents de ce côté que dans les parties I et II. Cependant de chaque côté du chemin du hameau de Framezelle à la plage, j'ai pu observer : *Erodium Cicutarium*, var. diverses, *Torilis nodosa, Anthriscus vulgaris*, et surtout *Scleropodium Illecebrum* (Mousse assez abondante dans cette station aux environs du Gris-Nez, où elle prospère grâce au climat maritime; jamais fructifiée; puis *Barbula ruralis, B. muralis, B. convoluta*, etc.

Les Lichens les plus répandus sont en cet endroit : *Verrucaria murorum, V. maura, Caloplaca pyracea*, var. *pyrithroma, C. vitellina, C. ferruginea, Placodium elegans, P. canescens* CC., *Lecanora varia, Lecidea alboatra, L. immersa*, var. *pruinosa, Physcia aquila, Xanthoria parietina.*

Pour terminer l'étude de cette partie de la falaise, il me reste à jeter un coup d'œil sur les pelouses du sommet. Elles sont toujours fortement sableuses, et dans la partie qui domine la pointe de la Courte-Dune, elles s'inclinent en pente assez douce vers les dunes proprement dites. Le long de cette pente, par suite de l'action du vent, à une certaine époque, le sable meuble de la plage est remonté du bord de la mer, couvrant le sol d'une couche plus ou moins épaisse.

D'autre part, le sol de cet endroit était formé, avant cette invasion, de sables plus ou moins mêlés d'argiles, d'origine portlandienne ; ces sables sont un peu moins meubles que ceux des dunes. Par suite de cette disposition particulière, si on suit les pelouses, on voit apparaître peu à peu la flore des dunes, d'abord en échantillons rares et épars, puis en groupes plus serrés : la première espèce qui apparaît dans ce cas est le *Psamma arenaria*, puis viennent : *Carex arenaria*, *C. trinervis*, *Viola sabulosa*, *Ulex europæus*, *Agropyrum junceum*, *A. acutum*, *Asperula cynanchica*, *Jasione montana*, *Hieracium umbellatum*, *Aira caryophyllea*, *A. præcox*, *Galium verum*, *Sedum acre*, *Geranium molle*, *Corynephorus canescens*, *Trisetum flavescens*, *Erodium cicutarium* var., *Rosa pimpinellifolia*, *R. canina*, *Hylocomium squarrosum*, *H. triquetrum*, *Hypnum lutescens*, *H. molluscum*, *H. purum*, *Barbula ruraliformis*, *Cladonia pixidata*, *Peltigera canina*, CC. *P. rufescens*, etc.

Toutes ces pelouses sableuses et gazonnées donnent asile, dans les années humides, à un grand nombre de champignons basidiomycètes, dont je rappellerai ici les principaux représentants : *Tricholoma irinum* Fr., *T. melaleucum* Pers., *Mycena ammoniaca* Fr., *M. umbellifera* Sch., *Hygrophorus virgineus* Wulf., *H. pratensis* Pers., *H. psittacinus* Sch.. *H. Obrusseus* Fr., *H. coccineus* Sch., *H. conicus* Scop., *H. miniatus* Fr., *H. limacinus* Scop., *Marasmius Oreades* Bolt., *Entoloma jubatum* Fr., *E. clypeatum* L., *E. sericeum* Bull., *Leptonia chalibæa* Pers. var. *serrulata*, *Leptonia lampropus* Fr., *Naucoria semi-orbicularis* Bull., *Galera tenera* Sch., *Bolbitium titubans* B., *Psalliota pratensis* Sch., *P. arvensis* Sch., *P. campestris* L. CC., *P. flavescens* Fr. (très commun certaines années, manque dans d'autres), *Stropharia æruginosa* Curt., *S. coronilla* Bull., *Hypholoma fasciculare* Huds. (sur les vieilles souches d'*Ulex*), *Anellaria separata* L. (dans les pâturages sur le crottin de cheval, avec les trois suivants). *Panæolus papilionaceus* Fr., *P. campanulatus*, var. *phalænarum*, *retirugis* et *sphinctrinus*, *P. fimiputris* Bull., *Coprinus micaceus* Bull., *C. plicatilis* Curt., *Hydnum luteocarneum* sec., *Clavaria coralloides* L., *C. corniculata* Schr., *C. vermicularis* Scop., *C. ericetorum* Pers., *C. inæqualis* Fl. dan., *Phallus impudicus* L., *Lycoperdon cœlatum* Bull., *L. excipuliforme* Scop., *Bovista plumbea* Pers.

En résumé la flore du Littoral, au cap Gris-Nez, se montre composée d'un petit nombre d'espèces halophiles, et cette flore est loin de pouvoir supporter une comparaison avantageuse avec les stations similaires des côtes de la Manche, dans le Cotentin et la Bretagne, par exemple. Toutefois, malgré sa pauvreté, cette flore permet de faire quelques observations intéressantes au point de vue général de la distribution des espèces.

Bien que cette partie de la côte soit tout entière occupée par des falaises, on y voit çà et là des représentants de la flore des estuaires et des prairies maritimes, lorsque, sur des points restreints, les conditions exigées par ces plantes sont réalisées. Il en est de même des espèces littorales propres aux dunes.

D'autre part, les plantes des falaises elles-mêmes ne croissent pas sur tous les points indifféremment; les halophiles les plus exigeantes se trouvent soit à la base des escarpements, dans le voisinage le plus immédiat de l'eau salée, ou bien encore plus haut, mais seulement dans les portions où la formation des embruns marins, par suite de la disposition de la côte, est possible en quantité suffisante, pour satisfaire les exigences de ces espèces. D'autres, au contraire, sont moins exigeantes sous ce rapport et s'éloignent plus facilement du bord de l'eau.

Enfin, en règle générale, la flore continentale est d'autant mieux développée que la flore halophile l'est moins. C'est qu'en effet les conditions qui sont favorables à l'une sont généralement nuisibles à l'autre, et réciproquement. C'est ce qui explique cette sorte de balancement entre les deux flores.

Le Gérant : Th. Clerquin.

Revue générale de Botanique. Tome 13. Planche [illegible]

Phot. F. Boergesen. *Imp. Le Bigot.*

Lagunes avec végétation de Rhizophores

Phot. F. Boergesen. *Imp. Le Bigot.*

Rhizophora Mangle.

Phot. F. Boergesen. *Imp. Le Bigot.*

Rhizophores, *Laguncularia racemosa* et *Avicennia nitida.*

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, docteur ès sciences, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Grelot, docteur ès sciences.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Morkowine, docteur ès sciences, Marbourg.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, chargé de cours à la Faculté des sciences de Besançon.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, professeur à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Téodoresco, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Juillet 1900

N° 139

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1900

Pages

I. — SUR LES UNITÉS DES CARACTÈRES SPÉCIFIQUES ET LEUR APPLICATION A L'ÉTUDE DES HYBRIDES, par **M. Hugo de Vries**. 257

II. — L'ASSIMILATION CHLOROPHYLLIENNE DANS LA LUMIÈRE SOLAIRE QUI A TRAVERSÉ DES FEUILLES, par **M. Ed. Griffon** *(fin)*. 272

III. — LA VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES (avec planches et figures dans le texte), par **F. Boergesen** et **Ove Paulsen** (*suite*). 289

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE, publiés pendant les années 1894-1899, par **M. E. Drake del Castillo** *(suite)*. 298

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 11. — *Salicornia ambigua, Sesuvium Portulacastrum, Batis maritima, Laguncularia racemosa.*

Planche 12. — *Batis maritima, Paspalum distichum, Sesuvium Portulacastrum.*

Cette livraison renferme en outre douze gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LES UNITÉS DES CARACTÈRES SPÉCIFIQUES

ET LEUR APPLICATION A L'ÉTUDE DES HYBRIDES

par M. **HUGO de VRIES**

La constitution des caractères spécifiques aux dépens d'unités bien distinctes est une thèse très féconde en conséquences pour les recherches physiologiques expérimentales. Quoique déduite elle-même de considérations purement théoriques (1), elle rend superflues toutes les spéculations ultérieures, spéculations aujourd'hui très en faveur, mais pourtant si nuisibles au progrès de la science (2).

C'est surtout dans le domaine des hybridations que l'étude de ces unités est appelée à provoquer une révolution importante dans les idées. La science des hybrides en est encore au point si habilement exposé par M. Focke dans son ouvrage sur les *Pflanzenmischlinge* (1881).

Les espèces et les variétés y sont considérées comme les unités, qui se combinent dans les hybrides. Souvent même on a comparé cette combinaison à un vrai mélange. L'exemple le plus simple en est donné par la considération de la couleur. Dans la théorie ancienne on s'attend à ce que la couleur de l'hybride serait celle qu'on obtiendrait en mélangeant des solutions artificielles des deux couleurs. Mais un grand nombre d'observations ne sont pas conformes à cette règle (3), et parmi elles justement celles qui se rattachent aux cas les plus simples, et qu'on devrait pourtant choisir de préférence comme typiques.

Cette idée d'un mélange se retrouve partout dans la littérature sur les hybrides. On en déduit la possibilité de divers mélanges, dans toutes les proportions possibles, et on a souvent pensé retrouver ces mélanges indéfinis et innombrables dans la progéniture des hybrides. Et certainement, dans tous les cas où il n'est pas encore possible de faire une analyse complète des caractères spécifiques. il va de soi qu'il ne sera pas non plus possible de bien analyser les hybrides.

---

(1) de Vries : Intracellulare Pangenesis, 1889.

(2) O. Hertwig : Zeit und Streitfragen der Biologie. Heft I, 1894.

(3) W. O. Focke : Die Pflanzenmischlinge, p. 474.

Cette théorie attribue une influence prépondérante aux hybrides, dans la composition desquels entrent plus de deux espèces ou variétés différentes, et surtout à ceux dans l'ascendance desquels les différents types se font valoir à des degrés divers. On a tâché de traduire tous ces cas dans des formules simples, et dans ces formules ce sont toujours l'espèce A et l'espèce B, la variété C ou D qui fonctionnent comme unités (1).

L'analyse de ces unités semblait superflue. Dans mon livre sur la *Pangénèse intracellulaire* je me suis efforcé de démontrer que c'est pourtant bien cette analyse qui est appelée à éclaircir les différentes questions d'hybridation, restées si obscures jusqu'à présent. J'y ai énoncé la thèse *que l'image de l'espèce doit disparoître devant sa composition de facteurs indépendants* (2). Dans toute hybridation, on peut laisser de côté les caractères qui sont communs au père et à la mère, et ne considérer que ceux par lesquels ils sont différents. Par ce moyen l'analyse se trouve tout d'un coup simplifiée à un très haut degré. Car chacun sait que les différences entre les parents d'un hybride sont très petites à côté des ressemblances nécessaires pour faire réussir la fécondation réciproque.

De plus, ces différences sont dans beaucoup de cas d'une nature qui permet très bien leur analyse. Souvent, il est très évident que le père et la mère ne se distinguent que par un seul point, un seul caractère. Dans ce cas, la règle du mélange n'a plus de valeur. Et même si les parents se distinguent dans deux ou trois qualités, il se peut que toutes les trois soient prépondérantes dans l'un des parents, et que l'hybride soit égal de forme et de couleurs à celui-ci. Ou bien l'hybride montre une qualité du père, une autre de la mère, sans mélange. Ces cas ne pouvaient pas échapper aux observateurs judicieux, mais ils ont été traités comme des exceptions à la règle générale (3).

---

(1) Focke, *l. c.* p. 458.

(2) Intracellulare Pangenesis, p. 25.

(3) Focke, *l. c.* p. 473.

Tout au contraire, la théorie doit considérer ces cas comme les plus simples, et par cela même comme le point de départ à prendre pour les déductions applicables aux autres cas.

Pour cela il n'est point du tout nécessaire d'avoir recours à la théorie moléculaire sur les porteurs matériels invisibles des qualités héréditaires. Cette théorie conduit à deux principes, l'un énoncé par M. Spencer, l'autre par Darwin. Le premier suppose des unités correspondant à l'ensemble des caractères spécifiques, chaque sorte de plante étant composée essentiellement d'un seul type d'unités. La théorie de Darwin, longtemps méconnue, suppose des unités spéciales pour chaque caractère simple ou élémentaire. Chaque espèce de plante ou d'animal se trouve donc composée d'un grand nombre d'unités bien différentes, tandis que deux espèces voisines consistent en les mêmes unités, à l'exception seulement des quelques points, par lesquels elles diffèrent entre elles (1).

Pour la théorie de l'hybridation, on n'a pas à recourir à ces théories moléculaires. Aux unités invisibles correspondent des unités visibles toutes les fois qu'on réussit à faire l'analyse des caractères spécifiques. Et il suffit de ces unités visibles.

L'espèce comme telle n'est pas une unité. Elle est composée d'unités élémentaires. L'espèce est l'objet des études systématiques, mais ses composants forment l'objet des recherches expérimentales. Dans la théorie de la descendance commune, les espèces ont hérité la plupart de ces unités élémentaires de leurs ancêtres, en y ajoutant quelques unités nouvelles. Mais ces qualités nouvelles sont bien souvent les mêmes dans différentes familles, ou même dans différents genres de la même famille. Le nombre de ces unités s'en trouve considérablement réduit ; et ce nombre est bien moins grand qu'on pourrait le penser. Partout on retrouve les mêmes qualités spécifiques, surtout dans les qualités simples comme la couleur des fleurs, le nombre des parties de la fleur, la forme et l'incision des feuilles. etc. Sans doute il y a des qualités qui sont en apparence très compliquées et qui doivent réellement être aussi simples que les autres. Je cite comme exemples les différences entre les nombreuses sous-espèces de *Draba verna* ou de *Viola tricolor*. Mais la difficulté du problème ne peut pas être une raison pour abandonner le principe.

---

(1) J'ai exposé ces différentes théories dans mon ouvrage précité sur la *Pangénèse intracellulaire*, et il me parait que les principes énoncés alors suffisent comme point de départ pour les recherches physiologiques expérimentales de ce genre.

Ces unités ou ces caractères élémentaires peuvent être combinés en groupes. Cette thèse est déduite elle-même de la théorie (1) et se trouve vérifiée dans les expériences sur l'hybridité. Il semble même que les hybridations soient à présent le seul moyen d'analyser ces groupes par l'expérience. On peut presque à volonte, distribuer les constituants de ces groupes sur différents individus, les isoler de la sorte, et les étudier séparément. La couleur rouge foncé de beaucoup de fleurs est un exemple d'un tel groupe d'unités, mais j'ai réussi dans différents genres à en démontrer la composition et à en isoler les facteurs simples.

C'est un fait bien connu en horticulture, que le but des hybridations n'est pas toujours de mélanger les qualités spécifiques dans toutes les proportions désirables. Bien souvent, le but est plus simple et plus clair. C'est le cas, par exemple, quand il s'agit de transporter une seule qualité d'une espèce nouvellement découverte dans une race de plantes hybrides ornementales. De cette manière on a obtenu les Amaryllis et les Bégonias à grandes fleurs aux pétales larges; le même principe était celui de M. Lemoine de Nancy lorsqu'il rendit ses Glaïeuls capables de résister à nos hivers, etc. Pour tous ces cas, le principe des unités élémentaires se trouve appliqué depuis longtemps dans la pratique ; pourquoi ne pas en faire usage aussi dans les recherches scientifiques ?

Seulement, depuis que j'ai exposé ces idées dans l'ouvrage cité. on a bien tâché d'en déduire des théories fantaisistes et séduisantes, mais non les hypothèses simples, qui pourraient servir de point de départ à des recherches expérimentales.

Pourtant il n'est pas difficile de faire ces déductions. Dans ce but on n'a qu'à considérer le nombre des caractères élémentaires dans lesquels les parents d'un hybride peuvent différer entre eux. Ce nombre peut être un seul, ou bien deux, trois, etc., il nous faut donc distinguer les catégories correspondantes (2).

Je nomme *monohybrides* les hybrides dont les parents ne diffèrent que par un seul caractère. Ce sont ordinairement des formes dites variétés. Mais il y en a aussi qui sont généralement reconnues comme espèces, par exemple le *Datura Stramonium L.* et le *D. Tatula L.* Leur hybride a le caractère du *D. Tatula*.

---

(1) Intracellulare Pangenesis, p. 21-22, p. 33 et ailleurs.

(2) Dans cet article, je ne considère que les vrais hybrides en remettant à d'autres études les faux hybrides de M. Millardet.

Je nomme *di-tri-tétrahybrides*, etc. les hybrides dont les parents se distinguent par deux, trois, quatre ou plusieurs qualités distinctes.

Et cela indépendamment de la question de savoir si ces qualités se trouvent réunies sur un seul parent (en manquant à l'autre) ou dispersées sur deux ou trois ou plusieurs parents. Ce n'est que le nombre des unités qui décide : leur origine est absolument indifférente.

Enfin j'appelle *polyhybrides*, les hybrides dont les parents se distinguent par un grand nombre de qualités ou plutôt par des qualités qu'on ne peut pas encore compter exactement. Ils peuvent être di-tri ou polyphyles, c'est-à-dire originaires de deux, trois ou plusieurs espèces ou variétés ; cela n'a qu'une signification secondaire. La plupart des hybrides décrits jusqu'à ce jour sont donc des polyhybrides dans ce sens.

A côté de ces distinctions il est nécessaire de faire encore une autre remarque. La théorie citée nous permet de considérer les caractères élémentaires comme indépendants les uns des autres, soit comme tels, soit comme groupes. On peut en déduire, que si l'on considère dans un hybride quelconque un seul caractère, en n'ayant aucun égard aux autres, ce caractère devra suivre les mêmes lois que celles qui régiront les monohybrides. Il n'est donc point du tout nécessaire d'avoir toujours de vrais monohybrides, il suffit simplement de porter son attention séparément sur les divers caractères simples dans des hybridations quelconques.

La déduction la plus simple et la plus intéressante de la théorie est celle qui a rapport à la disjonction des qualités spécifiques dans les descendants des hybrides.

Dans un hybride, on doit supposer que les qualités du père et celles de la mère sont réunies. Considérons le cas des monohybrides. Les deux formes ne se distinguent que dans un seul caractère, manquant à l'un, développé dans l'autre. Je prends pour exemple un hybride d'une fleur bleue et d'une fleur blanche. On appelle ces deux qualités : antagonistes ; elles sont dues à la présence et à l'absence d'une seule propriété : la couleur bleue. L'hybride n'a pas une couleur intermédiaire, il est du même bleu que le parent bleu. Car les unités ne sont pas divisibles. Dans la descendance, ces deux qualités antagonistes se disjoignent, quelques enfants sont bleus, quelques autres sont blancs.

Les faits que je viens d'énoncer sont très faciles à constater, je les ai souvent observés, soit pour la couleur bleue, soit pour la couleur rouge, soit pour des fleurs, soit pour des fruits. Il est seulement nécessaire de se borner à des couleurs vraiment simples. Je cite comme exemples : *Veronica longifolia* bleu × blanc ; *Viola cornuta* bleu × blanc, *Trifolium pratense* rouge × blanc, *Aster Tripolium* bleu × blanc, *Solanum nigrum* à fruits noirs × à fruits jaunes, etc.

Dans l'hybride, l'une des deux qualités antagonistes est visible, l'autre se trouve nécessairement à l'état latent. On nomme *dominante* la première, *récessive* l'autre. Dans les exemples cités c'est la couleur bleue ou rouge qui est dominante, tandis que le blanc devient latent. C'est donc la qualité positive qui est dominante, et la qualité négative qui est récessive. C'est le cas le plus fréquent : l'hybride du *Datura Stramonium* épineux × sans épines a des épines, l'hybride du *Lychnis vespertina* poilu × glabre a des poils. Je cite comme exemple du contraire le *Zea Mays cryptosperma*, dont l'hybride avec différentes formes ordinaires est dépourvu des grandes écailles de la race nommée.

Mais retournons à notre déduction. Evidemment le cas le plus simple de la disjonction, sera l'héritage par parties égales. Cette distribution doit se faire dans la production du pollen et des ovules. Nous sommes donc conduits à admettre que la moitié des ovules et la moitié des grains du pollen auront la qualité dominante, tandis que l'autre moitié aura la qualité récessive.

De cette conclusion il suit une première loi : *Les grains du pollen et les oosphères des monohybrides ne sont pas hybrides eux-mêmes* ; ils sont identiques au pollen et aux oosphères de race pure, ne portant chacun le substratum matériel que de l'une des deux qualités antagonistes. De même, il est évident que cette loi sera applicable non seulement aux monohybrides, mais à tous les vrais hybrides, à la condition de ne considérer chaque fois qu'une seule paire de qualités antagonistes.

Puis nous aurons comme seconde loi : *La moitié des grains de* *pollen et la moitié des oosphères auront le caractère dominant, l'autre moitié ne possédant que le caractère récessif.* Tout au moins c'est le cas le plus simple.

Considérons maintenant la fécondation (1). Quatre cas sont possibles : Les ovules à caractère dominant seront fécondées par des grains de pollen du même caractère ou de la qualité opposée. De même pour les ovules à caractère récessif. La chance pour ces quatre cas est évidemment la même pour tous. Or nous aurons

a) 25 % D ♀ + D ♂
b) 25 % D ♀ + R ♂
c) 25 % R ♀ + D ♂
d) 25 % R ♀ + R ♂

D = Caractère dominant. R = Caractère récessif.

Le groupe *a* donnera des individus au caractère dominant pur.

Le groupe *d* donnera des individus au caractère récessif pur.

Les groupes *b* et *c* donneront de nouveaux hybrides, de la même constitution que les hybrides de la première génération.

On a donc la loi suivante : L'autofécondation des monohybrides donne trois sortes de descendants, 1/4 du caractère du grand'père, 1/4 du caractère de la grand'mère, tandis que les autres deux quarts seront hybrides comme la mère.

La descendance des monohybrides est donc constituée pour la moitié d'individus purs (ayant le caractère du grand'père ou de la grand'mère, et sans trace d'hybridité), *et pour l'autre moitié de monohybrides ayant les mêmes qualités que ceux de la première génération.*

Cette règle nous fournit le principe nécessaire pour trancher une question très difficile et depuis longtemps discutée. Je veux dire la question de savoir si, parmi les descendants de vrais hybrides il peut y avoir des types constants. Ces races constantes, d'origine hybride, sont admises par les uns, niées par les autres (2). La théorie en admet évidemment l'existence, seulement, dans le cas simple des monohybrides, elles ne représenteront pas une nouvelle combinaison de qualités, mais seulement les qualités pures des formes des parents.

---

(1) C'est-à-dire l'autofécondation. Le croisement avec l'un des parents constitue un tout autre cas, lequel du reste, est facile à déduire de celui-ci.

(2) Focke, *l. c.* p. 481.

Mais il n'est pas difficile de déduire de la règle des monohybrides ce qui doit se produire dans les cas des di-polyhybrides ; on trouvera différentes combinaisons possibles et constantes parmi le grand mélange de formes. Toutefois leur nombre sera d'autant plus considérable que le nombre des points de différence entre les parents sera plus grand.

Kölreuter, Gärtner, et d'autres hybridistes se sont souvent donné la peine de transformer un hybride entre deux espèces, par exemple dans le genre *Nicotiana*, pour le ramener au type d'un des parents, en le saupoudrant pendant 3-5 générations du pollen de celui-ci. Ils se seraient épargné cette peine s'ils avaient connu la théorie des unités spécifiques. Car on en peut déduire que sur un nombre assez grand d'individus on aura déjà dans la seconde génération des hybrides, et sans aucun concours des parents, le retour absolu à chacune des deux formes ancestrales ; seulement, il faut pour cela une culture qui, selon le nombre des caractères différentiels, comprend des milliers d'individus, parfois plus de 10.000. Cela explique leur rareté, remarquée par tant d'expérimentateurs (1).

Il ne suffit pas de trouver les explications de faits connus mais incompris ou mal compris jusqu'à présent, ou de découvrir des règles strictes dans des phénomènes d'un désordre apparent. Il s'agit surtout de trouver la forme, sous laquelle le principe énoncé peut être contrôlé de la manière la plus facile par l'expérience.

Or, il est évident que dans ce but on n'a qu'à semer les graines, obtenues par autofécondation d'un monohybride, ou par la fécondation libre dans un groupe de monohybrides bien isolé. Ce semis devra avoir la composition que nous avons déduite plus haut de la théorie des unités élémentaires des caractères spécifiques. Seulement, dans ce semis, les nouveaux hybrides auront le caractère dominant, et ne se distingueront donc pas extérieurement des individus au caractère dominant pur. On aura donc :

	D'après la théorie :	Visible :
a)	25 °/o D ♀ + D ♂	caractère dominant.
b)	25 °/o D ♀ + R ♂	
c)	25 °/o R ♀ + D ♂	
d)	25 °/o R ♀ + R ♂	caractère récessif.

---

(1) Focke, *l. c.* p. 484, 485.

En d'autres termes la composition sera

75 °/o individus au caractère dominant.
25 °/₀ » » » récessif.

Cette règle sera vraie également pour tous les vrais hybrides, à la condition qu'on ne considère dans chaque expérience qu'une seule paire de qualités antagonistes.

Pour exécuter les expériences il faut évidemment trois étés successifs. Dans le premier on fait le croisement, dans le second on a une culture d'hybrides de la première génération ; ils sont égaux entr'eux, et peuvent être fécondés artificiellement ou par les insectes dans le cas d'un isolement complet. Pour cela, le moyen le plus simple est de ne pas cultiver les parents dans cette seconde année. Autrement j'ai toujours enveloppé les fleurs castrées dans des sacs de parchemin transparents ; les enveloppes de tulle ou de gaze ne suffisent pas parce que souvent quelques fleurs réussissent à presser leur stigmate contre la tulle, ou même à en passer une maille et pourront être fécondées de la sorte par des insectes avec du pollen étranger, comme je l'ai souvent observé.

Il est absolument indifférent de choisir l'une des deux formes pour père ou pour mère. Je préfère prendre pour mère le type au caractère récessif, parce que dans les cas d'une castration difficile (par exemple *Chelidonium majus*) la présence de quelques graines autofécondées se trahirait par le caractère récessif des plantes issues d'elles. Heureusement cette erreur ne se produit que très rarement, mais le choix indiqué donne toujours la sécurité de ne l'avoir pas commise.

C'est seulement dans le troisième été qu'il est nécessaire de compter les plantes ; j'ai eu toujours soin d'en avoir des centaines, et parfois plus d'un millier issues de deux, trois ou quatre parents, qui étaient eux-mêmes issus d'un seul croisement.

Le caractère dominant est celui de la première génération hybride ; il doit se retrouver dans les 3/4 de la seconde génération. C'est ce dont je me suis assuré par un grand nombre d'expériences. Je cite les résultats suivants :

A. MONOHYBRIDES

Parent ayant le caract. dominant :	Parent ayant le caract. recessif :	Proportion des hybrides à caract. récessif :
Agrostemma Githago	*A. nicæensis*	24 0/0
Chelidonium majus	*Ch. laciniatum*	26 0/0
Coreopsis tinctoria	*C. brunea*	25 0/0
Hyoscyamus niger	*H. pallidus*	26 0/0
Lychnis vespertina	*L. glabra*	28 0/0
Oenothera Lamarckiana	*O. brevistylis*	22 0/0
Solanum nigrum	*S. chlorocarpum*	24 0/0
Veronica longifolia	*V. alba*	25 0/0

B. DI-POLYHYBRIDES

(*En ne considérant que le caractère nommé*)

Parent ayant le caract. dominant :	Parent ayant le caract. récessif :	Proportion des hybrides à caract. récessif :
Datula Tatula (bleu)	*D. Stramonium*	28 0/0
Lychnis diurna (rouge)	*L. vespertina*	27 0/0
Trifolium pratense quinquefolium (rouge)	*T. p. americanum album*	25 0/0

Ce tableau montre que la proportion des hybrides à caractère récessif est toujours voisine de 25 pour cent.

On voit que les caractères antagonistes choisis dans ces expériences sont des plus différents. Dans la plupart c'est le caractère positif qui est dominant, mais dans le *Coreopsis* et probablement aussi dans le *Chelidonium* c'est le caractère négatif qui domine. Le *Datura Tatula* est souvent considéré comme une variété du *D. Stramonium* ; mais dans ce cas ce serait le caractère de l'espèce qui serait récessif. La plupart des formes citées doivent être considérées comme très anciennes ; leur origine n'étant pas attestée par des documents historiques. Seules le *Chelidonium laciniatum* et l'*Œnothera brevistylis* sont d'origine connue et récente. Le premier a été observé pour la première fois en 1590 comme l'a démontré M. E. Rose dans son intéressant article sur cette plante (1), et le second (2) n'a été trouvé qu'il y a quinze ans par moi-même dans les environs d'Hilversum (Pays-Bas).

---

(1) E. Rose : Le *Chelidonium laciniatum Miller* (Journal de Botanique, Nos 16-18, 1895).

(2) cf. Jul. Pohl : Ueber Variationsweite von *Œnothera Lamarckiana* (Oesterr. botan. Zeitschrift. 1895 N° 5-6).

Les chiffres ci-dessus démontrent la loi de disjonction des hybrides dans sa forme la plus facilement accessible à l'expérience. Elles montrent que cette loi a une signification très générale pour le règne végétal. Je décrirai ailleurs une série plus grande d'expériences qui confirmeront cette conclusion. D'ailleurs, une fois trouvée, cette loi peut évidemment être confirmée par des cultures d'une étendue moins grande.

Toutefois pour une démonstration complète, il est nécessaire de décomposer les 75 0/0 d'individus à caractère dominant en leurs deux groupes, les 25 0/0 du type constant, et les 50 0/0 du type hybride. Dans ce but il est nécessaire de féconder un certain nombre de ces individus par leur propre pollen et de semer leurs graines séparément.

On aura donc, dans le quatrième été, autant de cultures qu'on a fécondés d'individus l'année précédente. Chaque culture donnera la diagnose de sa plante-mère. Les 25 0/0 à caractère dominant constant ne devront donner que des cultures pures de ce caractère. Les 50 0/0 hybrides doivent se comporter justement de la même manière que dans la génération précédente, c'est-à-dire se disjoindre en 75 0/0 de plantes à caractère dominant, et en 25 0/0 d'individus à caractère récessif. Enfin les individus récessifs de la 3^e année ne donneront eux aussi dans la 4^e qu'une progéniture pure.

J'ai vérifié cette conclusion au moyen de cultures provenant d'un croisement de deux variétés de Pavot Somnifère *(Papaver somniferum)*. On nomme *Méphisto* les fleurs rouge-feu à taches basales noires sur les pétales ; chaque pétale en portant une sur son tiers inférieur. Dans la variété dite *Danebrog* (pavillon danois) les fleurs sont d'un rouge beaucoup plus pâle, et les taches basales, de la même forme et de la même grandeur, sont tout à fait blanches. J'ai croisé le *Méphisto* par le *Danebrog* en 1893 : je trouvai en 1895 la composition attendue (75 0/0 et 25 0/0), et par les cultures de 1896 je trouvai, pour la composition de la génération précédente :

Méphisto constants	24 0/0
Hybrides	51 0/0
Danebrogs constants	25 0/0

Le caractère qui domine dans les hybrides est celui du *Méphisto* (taches noires).

Si l'on appelle N les pieds à taches noires et B les pieds à taches blanches, on obtiendra donc pour deux cultures successives :

	100 Graines hybrides de N et de B	
	75 N	**25 B**
25 N	**50 N**	—
—		
25 N	**37,5 N + 12,5 B**	—

J'ai poursuivi cette expérience encore pendant deux générations ultérieures (1897 et 1898) en semant les graines autofécondées d'un certain nombre d'individus au caractère dominant. Dans chacune de ces deux générations quelques porte-graines donnaient une progéniture pure, et quelques autres un mélange des deux types. J'ai toujours compté ces individus dans toutes mes cultures, et j'ai ainsi vu se vérifier la loi énoncée pendant quatre générations successives (1895-1898).

On peut condenser l'ensemble de ces résultats, en admettant, comme nous l'avons dit plus haut, que les deux qualités antagonistes, dominante et récessive, sont distribuées par parties égales sur les graines de pollen et sur les ovules.

Si l'on appelle D les graines de pollen ou les ovules ayant le caractère dominant, et R ceux qui ont le caractère récessif, on peut se représenter le nombre et la nature des hybrides par la formule suivante, dans laquelle les nombres D et R sont égaux.

$$(D + R)\ (D + R) = D^2 + 2\ DR + R^2$$

Cela revient à dire qu'il y aura 25 % de D, 50 % de DR et 25 % de R.

Les individus D auront le caractère dominant pur, l'ayant hérité du père et de la mère. De la même façon les individus R auront le caractère récessif ; DR seront des hybrides, portant le caractère dominant apparent et le caractère récessif latent.

La disjonction des caractères antagonistes par parties égales, déduite du principe des unités élémentaires des caractères spécifiques comme le cas le plus simple, se trouve donc d'une application bien parfaite et bien générale dans le règne végétal. Parmi les vrais hybrides je n'ai pas encore rencontré d'exception à cette règle.

Les cultures de la descendance des hybrides, c'est-à-dire dans la seconde génération, ou dans la troisième année de l'expérience, sont très démonstratives, lorsqu'on les voit au moment où elles déploient les caractères antagonistes dans toute leur splendeur. C'est le cas, pour la plupart des espèces, lorsqu'elles sont en fleurs, et cette période est restreinte à quelques semaines de l'été. Pour la Chelidoine mentionnée ci-dessus, on peut compter et arracher les jeunes plantes dès les premières feuilles, dans les terrines où on les a semées ; et, la durée de la période démonstrative se trouve ainsi diminuee. Les résultats sont plus longtemps visibles avec les hybrides des fruits, comme le *Solanum* cité plus haut, le *Datura Stramonium* × *inermis*,ou à tige et à feuillage coloré comme le *Datura Tatula* × *Stramonium*. Seulement, pour compter il faut presque toujours arracher, et la composition du semis peut s'en trouver temporairement changée.

J'ai donc cherché un moyen de démonstration à la fois plus durable et plus facile de la loi de disjonction des hybrides et je me suis adressé dans ce but aux épis de Maïs, sur lesquels on peut compter directement les graines des deux sortes, pourvu qu'elles aient des caractères antagonistes visibles à l'œil nu.

Ces caractères se trouvent dans l'endosperme, soit dans sa couleur, soit dans sa constitution chimique. Dans un article précédent j'ai démontré que, par suite de la double fécondation découverte par MM. Nawaschine et Guignard, dans les croisements du Maïs, l'endosperme doit être hybridé aussi (1). Et en admettant, sous le rapport des caractères disjoints, l'identité des deux noyaux polaires du sac embryonal, entr'eux et avec l'oosphère les lois déduites plus haut s'appliqueront aussi à l'endosperme : celui-ci aura le caractère dominant s'il est hybride, et sur les épis produits par les hybrides 1/4 des endospermes doit montrer le caractère récessif et les trois autres quarts le caractère dominant.

Dans les hybrides de couleurs, c'est la couleur qui est dominante ; son absence constitue le caractère récessif.

Dans les hybrides de constitution chimique, c'est la production de l'amidon qui domine, tandis que le sucre, accumulé sans être changé en amidon, forme le caractère récessif.

---

(1) de Vries : *Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le Maïs* (Revue générale de Botanique, T. II, 1899).

Le premier fait a été signalé par de Vilmorin, le second par Körnicke ; je les ai observés tous les deux dès 1876. D'ailleurs, ils sont bien connus des cultivateurs de Maïs.

Je me suis borné dans ces expériences au croisement entre la variété sucrée blanche et une variété à amidon, choisissant pour celle-ci la variété dite « Arlequin » à fruits jaune striés de rouge. Cette forme varie beaucoup dans ce caractère, elle produit des épis parfaitement rouges et des épis sans stries ou presque sans aucune strie rouge, et tous les types intermédiaires. Cette variation se retrouve dans les hybrides.

J'ai exécuté le croisement en 1898 et j'ai eu une culture de deux mètres carrés d'hybrides en 1899. Ils ont porté des épis de couleur variable, mais tous montrant environ les trois quarts des graines à endosperme amylacé, et l'autre quart à endosperme sucré. Les premières graines sont lisses, d'un blanc de craie à l'intérieur, les autres sont ridées par le dessèchement, et plus ou moins transparentes. Sur les épis rouges, elles sont tout aussi rouges que les autres, sur les épis striés elles ne sont pas plus pauvres en stries que les graines amylacées.

Un seul épi équivaut donc à un groupe de quelques centaines d'individus d'une des cultures citées plus haut. Une fois séché il est de tous temps prêt pour la démonstration.

J'ai compté :

Epi :	*Gr. amylacées :*	*G. sucrées :*	*Somme :*	*Récessifs :*
		A. EPIS ROUGES		
N° 1	253	80	333	24 0/0
N° 2	146	36	182	20
Somme	399	116	515	22,5 0 0
		B. EPIS JAUNES BLANCS		
N° 3	288	92	380	24 0/0
N° 4	305	91	396	23
N° 5	242	80	322	25
N° 6	251	85	336	25
N° 7	289	100	389	26
N° 8	201	76	277	27
N° 9	383	137	520	26
N° 10	326	119	445	27
N° 11	289	92	381	24
N° 12	142	49	191	26
N° 13	183	80	263	30

N° 14	98	34	132	24
N° 15	164	47	211	26
Somme	3161	1082	4243	25,5 0/0

C. Epis striés de rouge

N° 16	276	88	364	24
N° 17	331	87	418	21
N° 18	276	93	369	25
N° 19	189	71	260	27
N° 20	167	48	215	22
Somme	1239	387	1626	23,8 0/0

Comme on le voit, la coïncidence est assez grande, pour que chacun de ces épis puisse être considéré comme une preuve de la loi de disjonction des hybrides.

Cette loi n'est pas nouvelle. Elle a été énoncée, pour un cas particulier (les pois), il y a plus de trente années. C'est Gregor Mendel qui l'a formulé dans un mémoire intitulé « *Versuche über Pflanzen-Hybriden* », inséré dans le journal *Verhandlungen d. nat. Vereins in Brünn* (T IV, p. 1), 1865. Mendel en a déduit les conséquences non seulement pour les monohybrides, mais aussi pour les di-polyhybrides.

Ce mémoire, trop beau pour son temps, a été méconnu et oublié. On ne le trouve cité que rarement, et alors seulement pour des observations accessoires (1). Aussi n'en ai-je pris connaissance moi-même qu'après avoir achevé la partie la plus essentielle des expériences citées dans cet article, et notamment, après avoir trouvé la démonstration du principe par la quatrième année de culture (1896) de mes pavots croisés.

J'espère cependant avoir démontré que la loi de Mendel ne vaut pas seulement pour les pois, mais qu'elle s'applique d'une manière très générale à tous les vrais hybrides.

Amsterdam, 19 mars 1900.

---

(1) Depuis la rédaction du présent article et la publication de ma note préliminaire dans les Comptes-rendus de l'Académie (26 mars 1900), MM. Correns et Tschermak ont décrit aussi des expériences à l'appui de la thèse de Mendel.

L'ASSIMILATION CHLOROPHYLLIENNE

DANS LA LUMIÈRE SOLAIRE QUI A TRAVERSÉ DES FEUILLES

par **M. Ed. GRIFFON** *(Fin)*.

§ V. ABSORPTION DE LA LUMIÈRE PAR LA CHLOROPHYLLE, LE PROTOPLASME ET LES MEMBRANES. L'ASSIMILATION COMPARÉE DANS LA LUMIÈRE QUI A TRAVERSÉ DES FEUILLES DE LA MÊME ESPÈCE DONT LES UNES SONT VERTES ET LES AUTRES ALBINOTIQUES OU DÉCOLORÉES PAR L'ALCOOL.

Le moment est venu maintenant de chercher à dégager dans l'affaiblissement du pouvoir assimilateur de la lumière par la traversée d'une feuille, l'influence particulière de la chlorophylle d'une part, du protoplasme et des membranes d'autre part.

L'examen comparatif du spectre des feuilles et de celui de la dissolution chlorophyllienne ne nous permet pas de résoudre la question. On sait que le spectre des feuilles possède les mêmes bandes d'absorption que celui de la chlorophylle ; les bandes I, II, III et IV sont distinctes alors que les bandes V, VI et VII sont confluentes. Toutefois, il n'est pas rare que la bande IV manque avec une seule feuille et que plusieurs feuilles superposées soient nécessaires pour la faire apparaître. On sait également, d'après les travaux de Hagenbach, Kraus, Rauwenhoff, etc., que dans le spectre des feuilles, les bandes sont reculées du côté de l'extrémité rouge, que ce déplacement prouve, d'après les travaux de Kundt que la chlorophylle est probablement accompagnée d'une substance à fort pouvoir dispersif. Rappelons enfin que selon Timirjazeff, un mélange de lumière blanche et de lumière ayant traversé une solution de chlorophylle, donne un spectre identique à celui des feuilles.

Mais quand bien même il y aurait ressemblance parfaite entre les deux spectres, comment composer une solution de matière verte dont l'absorption serait quantitativement égale à celle qui est produite par les chloroleucites dans une feuille donnée ?

M. Reinke (1) a essayé de tourner la difficulté et de déterminer les *coefficients d'extinction* de la chlorophylle et des parties incolores en étudiant, grâce à la méthode spectrophotométrique, l'absorption produite par un tissu vert et par un tissu identique mais décoloré par l'alcool.

Ainsi, avec le thalle vert du *Monostroma latissimum*, une Confervacée, le coefficient d'extinction E est de 0,903 pour les radiations rouges comprises entre $\lambda = 0,663$ et $\lambda = 0,650$; si le thalle est décoloré, le nouveau coefficient E' est de 0,585. Pour les radiations bleues comprises entre $\lambda = 0,488$ et $\lambda = 0,474$, on a comme valeurs de E et de E', 1,154 et 0,724.

Avec l'*Elodea canadensis*, E = 1,222 et E' = 0,752 pour les radiations rouges, alors que E = 1,697 et E' = 1,027 pour les radiations bleues.

En moyenne, par conséquent, les coefficients d'extinction obtenus avec les parties vertes pour une radiation de longueur d'onde donnée, sont 1,6 fois plus grands que ceux qu'on obtient avec les parties décolorées. Faut-il en conclure que si derrière une feuille verte l assimilation est réduite à $\frac{1}{a}$, elle sera $\frac{1,6}{a}$ derrière une feuille semblable décolorée ? Rien ne nous y autorise *a priori*.

J'ai alors abordé le problème directement et par deux procédés distincts. Le premier consiste dans la comparaison des énergies assimilatrices derrière une feuille verte et une feuille décolorée par l'alcool ; dans le second la feuille décolorée est remplacée par une feuille albinotique de la même espèce.

Premier procédé. — Experience du 8 Août 1899. — J'ai opéré à l'aide de feuilles d'Iris et de Hêtre ; une éprouvette était recouverte par une feuille décolorée et une autre était dépourvue d'écran.

Durée de l'expérience : 3/4 d'heure. Soleil. Température : 20°.

Air initial . . .	CO^2 = 9,60 °/₀.		
Air final . . .	Feuille de Hêtre	: CO^2 = 4.90.	CO^2 décomposé = 4,70
	Feuille d'Iris	: CO^2 = 3,34.	CO^2 id. = 6.26
	Sans feuille	: CO^2 = 4,12.	CO^2 id. = 5,48

---

(1) *Loc. cit.* On sait que Bunsen désigne sous le nom de *coefficient d'extinction* l'inverse de l'épaisseur nécessaire pour réduire l'intensité du faisceau incident au dixième de sa valeur primitive. Ce coefficient est donc inversement proportionnel à la longueur qui produit une certaine absorption ou directement proportionnel à la concentration du liquide.

Les feuilles de Troëne employées sont identiques.

	Volume de l'air	CO^2 décomposé par unité de surface
Feuille de Hêtre .	12^{cc}	$\frac{4^{cc},70 \times 12}{100} = 0^{cc},564$
Feuille d'Iris . .	$10^{cc},5$	$\frac{6^{cc},26 \times 10,5}{100} = 0^{cc},656$
Sans feuille . . .	$26^{cc},5$	$\frac{5^{cc},48 \times 26,5}{100} = 1^{cc},453$

D'où l'on déduit que l'écran formé par la feuille décolorée a réduit l'énergie assimilatrice de 2.6 à 1 avec le Hêtre et de 2. 2 à 1 avec l'Iris.

J'ai fait des expériences analogues avec la Vigne-vierge, le Charme, le Marronnier, le Châtaignier et j'ai obtenu des rapports se rapprochant toujours plus ou moins des précédents.

Or, on se rappelle que la feuille verte de Hêtre réduit l'énergie assimilatrice à $\frac{1}{7}$ et la feuille de Vigne-vierge à $\frac{1}{12}$. L'effet produit par la feuille de Hêtre est donc 2,7 fois plus grand quand elle est verte que quand elle décolorée ; il est 5 fois plus grand s'il s'agit de la Vigne-vierge. Nous sommes loin comme on le voit du rapport 1.6 qu'on serait tenté d'admettre en tenant compte des coefficients d'extinction. Si les rapports varient tant avec les plantes cela tient surtout à ce que la chlorophylle n'est pas en même quantité dans les cellules des feuilles différentes.

Second procédé. — Mes expériences ont porté sur des feuilles albinotiques et vertes de Tabac *(Nicotiana Tabacum)*, d'Érable Négondo *(Negundo fraxinifolium)*, et d'Érable Sycomore *(Acer pseudo-Platanus)*. J'ai pu en effet me procurer un assez grand nombre de ces feuilles présentant des surfaces décolorées suffisamment développées pour recouvrir les éprouvettes.

Expérience du 9 Août 1899. — Elle porte sur le Tabac. Durée : 3/4 d'heure. Soleil. Température : 20°

Air initial . . . $CO^2 = 7,50$ %.

Air final . . . Feuille verte : $CO^2 = 6,61$. CO^2 décomposé $= 0,89$
Feuille albinotique : $CO^2 = 3.50$. CO^2 id. $= 4\ 00$
Sans écran : $CO^2 = 5,70$. CO^2 id. $= 1,80$

	Volume de l'air	Surface de la feuille de Troëne	CO_2 décomposé par cent. carré
Feuille verte . . .	13^{cc}	$9^{cmq},30$	$\frac{0^{cc},89 \times 12}{100 \times 9,30} = 0^{cc},011$
Feuille albinotique .	12^{cc}	$9^{cmq}.30$	$\frac{4^{cc} \times 13}{100 \times 9,3} = 0^{cc}560$
Sans feuille . . .	30^{cc}	$5^{cmq},10$	$\frac{1^{cc}80 \times 30}{100 \times 5,10} = 0^{cc},106$

L'énergie assimilatrice derrière la feuille verte a donc été rendue 9, 6 fois plus faible (chiffre déjà trouvé ; voir § III) que dans la lumière normale ; elle l'a été 2 fois seulement derrière la feuille albinotique ; enfin celle-ci laisse assimiler 5 fois plus que la feuille verte.

Expérience du 10 Août 1899. — Elle porte sur l'Érable Négondo. Durée de l'expérience : 1 heure. Soleil. Température : 19° 1/2.

Air initial . . . CO^2 9,60 ‰
Air final . . . Feuille verte : CO^2 5,00. CO^2 décomposé = 4,60
Feuille albinotique : CO^2 6,25. CO^2 id. = 3,35
Sans feuille : CO^2 7,85. CO^2 id. = 1,75

	Volume de l'air	Surface de la feuille de Troëne	CO^2 décomposé par cent. carré
Feuille verte . . .	11^{cc}	9^{cmq}	$\frac{4^{cc},6 \times 11}{100 \times 9} = 0^{cc},056$
Feuille albinotique .	$12^{cc},5$	6^{cmq}	$\frac{3^{cc},35 \times 12.4}{100 \times 6} = 0^{cc},070$
Sans feuille . . .	29^{cc}	$5^{cmq},25$	$\frac{4^{cc},75 \times 29}{100 \times 5,25} = 0^{cc},096$

dans cette expérience, la feuille albinotique a rendu l'assimilation 1,38 fois plus faible et la feuille verte 1,73 fois seulement. L'effet produit est donc moins grand qu'avec les autres plantes surtout en ce qui concerne la feuille verte. Frappé de cette singularité, j'ai refait l'expérience un grand nombre de fois et toujours j'ai obtenu des nombres voisins de ceux qui viennent d'être indiqués. Jamais ils n'ont dépassé 1,5 pour le premier rapport et 2 pour le second.

Expérience du 5 Septembre 1899. — Avec l'Érable Sycomore, les feuilles vertes ont produit un effet égal à 29, et les feuilles albinotiques un effet égal à 4, mais il faut remarquer que le temps était couvert, ce qui a une grande influence (voir § VI) et que d'autre part les feuilles albinotiques présentaient un grand nombre de petites taches vertes.

En somme, l'effet produit par les feuilles albinotiques varierait entre 1, 5 et 2, tandis qu'avec les feuilles décolorées par l'alcool il serait plutôt compris entre 2 et 2,5. On serait peut-être tenté d'en déduire que les critiques d'Engelmann touchant la moins grande transparence du protoplasme durci par l'alcool sont fondées Mais avant de se prononcer, il faut remarquer qu'il y a des différences autres que celles qui sont dues à l'action de l'alcool, entre les feuilles albinotiques et les feuilles décolorées ; les premières en effet ne sont pas identiques aux feuilles vertes moins la chlorophylle. M. Zimmermann (1) a montré que les cellules des feuilles panachées sont quelquefois dépourvues de chromatophores et que si ces derniers existent bien le plus souvent, ils sont toujours moins nombreux et beaucoup plus petits que dans les cellules normales. En outre Church (2), en expérimentant sur des feuilles albinotiques de *Quercus rubra*, a trouvé qu'au point de vue chimique, ces feuilles sont aux feuilles normales ce que les jeunes feuilles sont aux feuilles adultes, abstraction faite bien entendu des pigments ; elles sont en particulier beaucoup plus aqueuses et moins riches en matière organique. Ajoutons enfin que les feuilles albinotiques ont presque toujours un mésophylle moins épais que celui des feuilles vertes (50 μ chez l'Érable Négondo au lieu de 73 ; 105 μ au lieu de 135 chez l'Érable Sycomore.

Quant à l'effet produit sur l'assimilation par la feuille verte, il est, rappelons-le, 2,7 fois plus grand que celui qui est produit par la feuille décolorée chez le Hêtre, 5 fois plus grand chez la Vigne-vierge ; il est également 5 fois plus grand que celui de la feuille albinotique chez le Tabac (3). Je laisse de côté ce qui a trait à l'Érable Négondo dont la feuille verte elle-même retarde très peu l'assimilation, et à l'Érable Sycomore dont la feuille albinotique est parsemée de taches vertes.

---

(1) Zimmermann : *Ueber die Chromatophoren in panachirten Blättern* (Ber. d. deut. Bot. Gesell., Ap. 1890) et Beitrage zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle, 1890-1893.

(2) Church : Journal of the Chem. Soc., t. XLIV, p. 839.

(3) Ce rapport devrait être abaissé un peu pour le Tabac si l'on veut se rendre compte des actions respectives dues au protoplasma et à la chlorophylle En effet, la feuille albinotique est moins épaisse que la feuille verte et elle en diffère comme structure et comme contenu cellulaire protoplasmique.

On voit par conséquent que chez les feuilles ordinaires bien vertes comme celles de la Vigne-vierge par exemple, du Tabac, l'influence de l'absorption par la chlorophylle sur l'assimilation est plus considérable qu'on aurait pu le supposer par la simple considération des coefficients d'extinction.

Je n'ai pu malheureusement déterminer avec précision le rôle des membranes cellulaires. J'ai cependant mis un certain nombre de feuilles dans l'eau de Javelle qui, on le sait, enlève tout le contenu protoplasmique. Mais pour avoir une surface suffisamment grande, il faut que l'action se prolonge et alors l'hypochlorite détruit progressivement les bords de la feuille. D'autre part, les feuilles traitées sont très délicates et se déchirent avec la plus grande facilité, en sorte qu'il est pour ainsi dire impossible de les employer. J'ai toutefois observé, sous l'eau, un fragment de feuille qui, traité par l'eau de Javelle, est devenu tout à fait transparent, incomparablement plus que lorsqu'il n'avait subi l'action de l'alcool seul. Je crois donc qu'on peut conclure que l'absorption par les membranes joue un rôle très faible dans l'abaissement de l'énergie assimilatrice.

§ VI. CE QUE DEVIENNENT LES RÉSULTATS PRÉCÉDENTS QUAND ON FAIT VARIER LES CONDITIONS DE MILIEU (TENEUR DE L'AIR EN ACIDE CARBONIQUE, INTENSITÉ DE L'ÉCLAIREMENT, TEMPÉRATURE).

Les résultats précédents ayant été obtenus dans des conditions déterminées de teneur de l'air en acide carbonique, d'intensité lumineuse, de température, il était nécessaire de voir ce qu'ils deviennent si l'on fait changer ces conditions de milieu.

On sait que la richesse de l'air en acide carbonique a pour effet d'accroître l'énergie assimilatrice. Or, dans l'air normal, il n'y a que des traces de gaz carbonique, alors que dans mes expériences l'air en contenait de 5 à 10 p. 100, ce qui est indispensable quand on veut étudier l'assimilation dans des atmosphères confinées. Mais par contre, on peut abaisser l'énergie assimilatrice en opérant à la lumière diffuse ou à une température élevée ; dans le premier cas,

---

(1) Cette influence des radiations calorifiques que j'ai eu l'occasion d'observer très souvent, après de nombreux expérimentateurs du reste, a été bien mise en relief par MM. Dehérain et Maquenne (Ann. Sc. nat. Bot., 6e Série, t. X, p. 62).

la décomposition de l'acide carbonique est ralentie. dans le second, c'est la respiration qui est exaltée et qui peut même arriver à masquer l'assimilation, surtout si en même temps l'intensité lumineuse est faible.

Expérience du 11 Août 1899. — Elle a lieu à la lumière diffuse et les feuilles employées sont celles de Vigne-vierge et de Châtaignier.

Durée de l'expérience : 1 heure 1/2. Température : 21°.

Air initial . . .	CO^2 9,60 %.		
Air final . . .	Derrière une feuille de Vigne-vierge :	$CO^2 = 9,60$.	CO^2 décomposé $= 0,00$
	id. Châtaignier :	$CO^2 = 9,52$.	CO^2 id. $= 0,35$
	Sans feuille :	$CO^2 = 6,24$.	CO^2 id. $= 3,36$

Les feuilles de Troëne ayant des surfaces égales, les volumes d'air étant de $11^{cc},5$ derrière la feuille de Châtaignier et de $28^{cc},4$ dans l'éprouvette sans feuille, il s'ensuit que les quantités d'acide carbonique décomposé ont été, pour une même surface, de

$$\frac{0^{cc},35 \times 11,5}{100} = 0^{cc},040 \text{ et } \frac{3^{cc},36 \times 28,4}{100} = 0^{cc},954.$$

Ainsi, derrière une feuille de Vigne-vierge, bien verte, il est vrai, l'assimilation et la respiration se sont balancées, alors qu'à la lumière directe (exp. du 8 Juillet), l'assimilation l'emportait.

Derrière une feuille de Châtaignier, il y a eu décomposition de l'acide carbonique, ce qui n'est pas surprenant, car on sait que cette feuille est plus perméable qu'une feuille foncée de Vigne-vierge (§ III), mais l'énergie assimilatrice y a été $\frac{0,954}{0,040}$ soit environ vingt-quatre fois plus faible que dans l'éprouvette sans écran, alors qu'elle l'était douze fois seulement à la lumière directe. On comprend d'ailleurs facilement cette modification : en effet, quand la lumière est diffuse, la résultante de l'assimilation et de la respiration derrière une feuille verte est très faible ; et comme c'est elle qui sert de diviseur pour calculer le rapport des énergies assimilatrices, le dividende étant formé par la résultante obtenue dans l'éprouvette sans écran et proportionnellement moins affaiblie, il s'ensuit que le quotient est augmenté d'une façon notable.

Un exemple fera d'ailleurs bien saisir cette explication. Supposons que derrière la feuille verte, à la lumière directe, l'assimilation soit 3 et la respiration 1 et que dans l'éprouvette sans écran les valeurs de ces mêmes phénomènes soient 21 et 1, le rapport des énergies assimilatrices sera de $\frac{25-1}{3-1} = 12$. A la lumière diffuse, nous pouvons admettre, pour simplifier les calculs, que la respiration est à peu près la même qu'en plein soleil, la température n'ayant pas changé ; mais l'assimilation sera très affaiblie ; elle pourra être par exemple 9 derrière la feuille verte et 1,4 dans l'éprouvette sans écran ; et alors le rapport des énergies assimilatrices sera de $\frac{9-1}{1,4-1} = 20$.

Il peut même arriver à la lumière diffuse que derrière une seule feuille foncée comme celle du Lierre, la respiration l'emporte sur l'assimilation, qu'il y ait par conséquent dégagement d'acide carbonique, ainsi que je l'ai observé dans plusieurs expériences. Je me suis assuré que l'assimilation n'était pas nulle car dans une de ces expériences la quantité d'acide carbonique dégagé derrière une feuille de Lierre était de $0^{cc},219$ et dans l'éprouvette noircie ou derrière quatre feuilles de $0^{cc},337$: de plus le rapport $\frac{CO^2}{O}$ avait changé. On se rappelle qu'un résultat analogue, mais plus net encore, a été obtenu avec deux feuilles de Vigne-vierge à la lumière directe (§ II. Exp. du 16 Juillet).

Enfin si la température est élevée et l'intensité lumineuse moyenne ou faible, il peut y avoir derrière une feuille ordinaire (Marronnier, Peuplier, Millet, etc.) dégagement d'acide carbonique. C'est ce que j'ai toujours trouvé l'an dernier dans mes expériences. Je plaçais, en effet, mes éprouvettes recouvertes de feuilles sous une cloche exposée devant une fenêtre dans le Laboratoire ; à côté des éprouvettes, sous la cloche, se trouvait une petite cuvette remplie d'eau de façon que l'air soit saturé et que les feuilles vertes servant d'écran ne se dessèchent pas. Mais avec un pareil dispositif la température s'élevait à 35 et quelquefois à 40 ou même 45 degrés dans l'intérieur des éprouvettes. La respiration se trouvait alors exaltée dans de fortes proportions et elle masquait l'assimilation.

Je m'étais autorisé dans un travail récent (1) de ces résultats ainsi que de ceux de Nagamatz (2) pour admettre que la chlorophylle située par exemple dans les parties centrales de la tige des Rhinanthacées, du *Limodorum* (1), ne peut servir à l'assimilation. Il est possible qu'il y ait là quelque exagération ; mais les expériences faites cette année bien que conduisant à des résultats différents de ceux de l'an dernier ne le prouvent nullement puisqu'elles n'ont pas été exécutées dans les mêmes conditions.

---

(1) Griffon : *Loc. cit.*, p. 74.
(2) *Loc. cit.*

En tout cas, des expériences faites dans des conditions de milieu (richesse de l'air en acide carbonique, lumière intense, température peu élevée), toutes très favorables à l'assimilation, ce qui n'est jamais réalisé dans la nature, il résulte que généralement derrière deux feuilles l'assimilation est arrêtée ou masquée par la respiration. Comme ces deux feuilles peuvent n'avoir que 300 μ d'épaisseur en tout on peut donc affirmer sans témérité que si dans les tiges un parenchyme cortical moyennement riche en chlorophylle présente une pareille épaisseur, il doit empêcher le dégagement d'oxygène dans les tissus encore verts situés plus profondément.

Ce chiffre de 300 μ n'est naturellement qu'une moyenne ; il varie avec la quantité de chlorophylle et la structure du parenchyme. Si même derrière des parenchymes verts épais de 300 μ mais plus pauvres en chlorophylle, l'assimilation avait encore lieu, il faudrait néanmoins admettre que cette fonction est réduite dans des proportions notables, ce qui prouve une fois de plus qu'il ne peut y avoir proportionnalité entre la quantité de chlorophylle et l'énergie assimilatrice. Si quelquefois cette proportionnalité a pu être observée, c'est que chez les organes comparés, il y avait des différences dans la structure des tissus, la répartition des chloroleucites ou peut-être encore dans la nature de la matière verte ou dans l'activité particulière de son substratum protoplasmique.

Au cas où des chloroleucites profondément situés sous une couche de tissu vert ne serviraient plus à l'assimilation, on ne peut s'empêcher de se demander quelle est alors leur signification physiologique. Notre esprit est toujours porté, en effet, à admettre qu'il n'y a pas d'organe sans fonction ; mais cela ne prouve pas qu'il en soit constamment ainsi dans la réalité. Un organe a pu servir à un moment donné puis cesser de fonctionner sans pour cela disparaître ; les chloroleucites des parties profondes ont pu assimiler sans toutefois perdre leur matière verte quand des tissus nouveaux intercalés ont capté au passage les radiations qu'ils utilisaient. D'autre part il n'est nullement prouvé, et c'est l'opinion d'un certain nombre de physiologistes, que la chlorophylle n'ait pas d'autre rôle que celui de permettre la décomposition de l'acide carbonique. On sait que la matière verte existe par exemple dans les cotylédons de Conifères développés à l'obscurité, dans le *Nostoc punctiforme* cultivé à l'abri de la lumière en présence de glucose, dans cette Algue singulière, *Halosphœra viridis*, que la drague a rencontrée à plus de 1000 mètres de profondeur, lors des expéditions du Plankton et de la Pola, profondeur à laquelle les radiations solaires ne peuvent pas pénétrer.

---

(1) Et d'autres plantes, comme les Spirées (d'après M. G. Bonnier), la Vigne.

§ VII. L'ASSIMILATION SOUS LE COUVERT DES PLANTES.

A l'intérieur d'un fourré, dans une haie épaisse, sous une charmille ou sous le couvert des grands arbres en massif, la lumière qui pénètre est considérablement affaiblie.

Cailletet (1), Paul Bert (2), frappés du peu de végétation qu'on rencontre sous sous les hautes futaies, attribuaient ce fait à ce que la lumière que laissent passer les feuilles étant verte, elle est inutile aux plantes qui pousseraient à l'ombre des grands arbres. Ces plantes se trouveraient donc comme si elles étaient dans l'obscurité, et c'est pourquoi elles ne se développent pas. Paul Bert montra que des Sensitives cultivées dans de la lumière verte perdent leur sensibilité et meurent très rapidement, aussi vite que si elles étaient privées de lumière ; que des plantes placées derrière une solution de chlorophylle ne tardent pas non plus à périr, quand même la solution n'intercepterait que le rouge compris entre les raies B et C, et qui correspond à la bande d'absorption caractéristique de la matière verte. Regnard (3) vérifia à l'aide du

---

(1) Cailletet : *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XIV, p. 325, 1868.

(2) Paul Bert : *Influence de la couleur verte sur la Sensitive* (C. R. Acad. LXX, p. 118, 1870. — *Influence des diverses radiations lumineuses sur la végétation* (C. R. Acad. LXXIII, p. 1444, 1871). — *Sur la région du spectre solaire indispensable à la vie végétale* (C. R. Acad. LXXXVII).

(3) Regnard : *De l'influence des radiations rouges sur la végétation* Annales de l'Institut agronomique, III, p. 87, 1880).

Cresson alénois *(Lepidium sativum)* que derrière une solution de chlorophylle les plantes ne se développent pas alors que dans le rouge (solution d'iode dans le sulfure de carbone, donnant les radiations comprises entre les raies B et C) elles verdissent et se développent presque aussi bien que dans la lumière blanche.

Tout récemment, et après des expériences de M. Flammarion qui ont donné des résultats souvent contradictoires, M. Teodoresco (1) a montré que c'est bien la lumière verte qui est la plus défavorable au développement des plantes, qu'elle les fait périr après un temps relativement court. Il a montré en outre que c'est avec les radiations bleues et indigo que les plantes poussent le mieux et présentent le développement maximum de tous leurs tissus, que les radiations rouges sont un peu moins favorables, mais qu'elles permettent un beaucoup plus grand développement que les radiations vertes.

Enfin mes expériences prouvent que le plus souvent, quand la lumière a traversé une feuille d'arbre à l'ombre et deux feuilles à la lumière directe, son pouvoir assimilateur est considérablement affaibli ou nul.

Mais il ne résulte nullement de toutes ces données qu'à l'abri d'un feuillage épais l'assimilation soit impossible. Toute la lumière, en effet, ne traverse pas forcément les feuilles ; celles-ci la réfléchissent et lui permettent dans une certaine mesure d'arriver au centre des massifs.

La lumière diffuse éclaire donc le sous-bois. « Or, dit Boussingault (2), les plantes fonctionnent (3) à la lumière diffuse, cela est incontestable. Les forêts équatoriales sont impénétrables aux rayons directs du soleil ; il y règne un demi-jour qui ne permet pas toujours de lire sans difficulté des caractères tracés au crayon et néanmoins ces voûtes de verdure abritent une végétation exubérante dont les feuilles, développées sous l'influence d'une température de 25 à 35 degrés, offrent des teintes du plus beau vert. Au reste, en Europe, pendant l'été, sous un massif d'arbres séculaires, il est facile de se convaincre que les feuilles, pour la plus grande partie, fonctionnent à l'ombre. »

---

(1) Teodoresco : *Influence des diverses radiations lumineuses sur les plantes* (Ann. Sc. nat. Bot., 8e Série, t. X, p. 141, 1899).

(2) Boussingault : *Agronomie, etc.*, t. V, Paris, 1874. p. 1.

(3) Il s'agit ici de la fonction chlorophyllienne.

Boussingault a montré en effet qu'au nord d'un bâtiment, par un ciel sans nuages, il y a assimilation, et que la quantité d'acide carbonique décomposé est aussi grande qu'au soleil. Il a vu également que dans un massif de Laurier-Cerise, l'assimilation se manifeste quand on place des éprouvettes depuis la limite extérieure des feuilles jusqu'au point où les organes ne se forment pas ; en ce point il y a dégagement d'acide carbonique ; mais il faut remarquer que l'expérience a été faite par un ciel nuageux et que l'air employé contenait 29 p. 100 d'acide carbonique.

J'ai repris cette expérience en opérant par un ciel pur et en me servant d'air contenant de 5 à 10 p. 100 d'acide carbonique.

Expérience du 4 Septembre 1898. — Deux éprouvettes ont été placées l'une au soleil, l'autre au pied d'une touffe de *Ligustrum ovalifolium*. L'expérience a duré 25 minutes, la température étant de 20 degrés.

L'air initial contenait 9,50 p. 100 d'acide carbonique. Par unité de surface, il y a eu, dans les éprouvettes, $0^{cc}058$ de gaz carbonique décomposé au soleil et $0^{cc}007$ au pied de la touffe. Le feuillage du Troëne a donc rendu l'assimilation environ 8 fois plus faible.

Expérience du 28 Avril 1898. — J'ai cherché dans cette expérience à déterminer l'influence du couvert formé par le feuillage des Céréales. J'ai opéré sur le Blé de Crépi qui à la fin d'Avril atteignait 50 centimètres de hauteur et se présentait de loin en masse d'un vert foncé. Des éprouvettes furent placées à la base des chaumes et d'autres sur la lisière des carrés en pleine lumière. Le ciel était un peu voilé ; la température était de 17 degrés et l'expérience dura une heure et demie, l'air initial contenant 7,17 p. 100 d'acide carbonique.

En moyenne, 1 centimètre carré de feuille de Troëne, dans l'éprouvette placée à la base des chaumes décomposa $0^{cc}160$ d'acide carbonique et dans l'éprouvette en pleine lumière $0^{cc}602$. L'assimilation, par suite de l'influence du couvert, a donc été $\frac{0,602}{0,160} = 3,7$ fois plus faible à la base des chaumes qu'en plein champ. Ce rapport, comme on le voit, est notablement plus faible que dans l'expérience précédente ; mais entre les chaumes qui sont verticaux la lumière tombe plus facilement qu'on ne le croirait en regardant les carrés de Blé de loin. Le couvert du Blé est donc plus perméable à la lumière que celui aux touffes serrées de *Ligustrum ovalifolium*.

Expérience du 14 Juillet 1899. — J'ai comparé dans cette expérience l'assimilation en pleine lumière et sous une charmille épaisse.

L'expérience dura 1 heure 1/2 par un temps un peu nébuleux. Les éprouvettes étaient placées dans des cristallisoirs pleins d'eau se renouvelant et maintenant la température à 19°. L'air initial contenait 9,80 p. 100 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, 1 centimètre carré de feuille de Troëne avait décomposé 0^{cc}156 au dehors et 0^{cc}008 sous la charmille. L'influence de cette dernière fut donc telle que l'assimilation se trouva rendue environ 19 fois plus faible, rapport beaucoup plus grand que ceux qui ont été obtenus jusqu'ici.

Expérience du 28 Juillet 1899. — C'est la même que la précédente, mais le ciel, cette fois, était très pur.

Durée de l'expérience : 3/4 d'heure. Température : 19°.

Air initial : CO^2 7,50 p. 100.

1 centimètre carré de feuille de Troëne décomposa 0^{cc},002 d'acide carbonique sous la charmille et 0^{cc},101 en plein soleil, ce qui donne environ 50 comme rapport des énergies assimilatrices. Ce rapport est très élevé, mais on comprend qu'il soit plus grand que dans l'expérience précédente, car l'intensité lumineuse avait augmenté l'assimilation dans des proportions plus fortes au soleil que sous la charmille.

Pourtant, si l'on examine les résultats obtenus par Boussingault (1) en comparant l'assimilation à l'ombre et au soleil, on ne trouve pas de rapports aussi élevés que ceux qui découlent de mes expériences. C'est ainsi que selon cet habile physiologiste, au nord d'un bâtiment, par un ciel sans nuages, il y a eu assimilation, et que l'acide carbonique a été décomposé aussi activement qu'au soleil, que des feuilles de Laurier-rose ont décomposé 0^{cc}.057 ou 0^{cc},056 d'acide carbonique au soleil et 0^{cc}.066 et 0^{cc}.051 à l'ombre.

Sans avoir étudié d'une façon suivie l'influence de l'intensité de la lumière sur l'énergie assimilatrice, question fort importante et sur laquelle il y aurait encore beaucoup à dire malgré les recherches de Wolkoff, Boussingault, Prianischnikow, Famintzine, Sachs, Prillieux, Dehérain et Maquenne, Wiesner, j'ai eu souvent l'occasion d'observer que des feuilles placées dans de l'air chargé d'acide carbonique décomposaient par exemple tout cet acide en une demi-heure à la lumière directe, alors qu'il leur fallait, pour effectuer le même travail, trois ou quatre heures à l'ombre d'un bâtiment. Ce qui peut se traduire en disant que l'énergie assimilatrice à l'ombre était dans ces expériences 6 ou 8 fois plus faible qu'au soleil. Mais j'avais toujours soin, en opérant en plein soleil, d'empêcher une élévation trop forte de température qui eût augmenté l'intensité du phénomène respiratoire. Or, Boussingault, dans ses recherches, ne protégeait pas ses éprouvettes contre les radiations calorifiques, et ce fait explique, ainsi que l'observe M. Dehérain (1), les faibles différences trouvées entre les énergies assimilatrices à l'ombre et au soleil.

---

(1) Boussingault : *Loc. cit.*

D'ailleurs l'ombre ne correspond pas à une intensité lumineuse déterminée et celle qui est produite par un bâtiment par exemple, est loin d'être aussi forte que sous une charmille épaisse ou à l'intérieur d'une grosse touffe de plante très feuillue.

Il est donc établi que le couvert des végétaux affaiblit le pouvoir assimilateur de la lumière dans des proportions parfois très considérables, que la lumière qui a pénétré le couvert n'a pas tout entière traversé plusieurs épaisseurs de feuilles, sans quoi elle eût perdu la faculté de décomposer l'acide carbonique. C'est donc en partie de la lumière *réfléchie* ou *diffuse* et non pas seulement de la lumière *transmise* que reçoivent les plantes placées à l'ombre des végétaux très feuillus.

CONCLUSIONS

Lorsque la lumière solaire a traversé une feuille verte elle est encore capable de provoquer la décomposition de l'acide carbonique chez d'autres feuilles si ces dernières sont placées dans une atmosphère contenant une certaine proportion de ce gaz (de 5 à 10 p.100) et à une température qui ne soit pas trop élevée. Ce fait s'observe non seulement avec des feuilles minces comme celles de Hêtre, d'Érable, de Platane, de Marronnier, de Châtaignier, mais encore avec des feuilles épaisses et de couleur foncée comme celles de Lierre, de Bégonia, de Pélargonium et de Laurier-Cerise.

---

(1) Dehérain : *Chimie agricole*, p. 91, Paris, 1891.

Dans les mêmes conditions, si la lumière a traversé deux feuilles, elle n'a généralement plus assez d'énergie pour que dans les tissus verts qu'elle frappe ensuite, l'assimilation l'emporte sur la respiration; ces tissus dégagent alors de l'acide carbonique. L'assimilation n'est pas nulle pour cela, même derrière des feuilles moyennement épaisses et très vertes (150 à 200 μ chacune) mais elle est masquée par la respiration. Cependant derrière deux feuilles de Hêtre, de Millet, il y a encore dégagement d'oxygène.

Le passage de la lumière à travers une feuille verte a pour effet d'affaiblir l'énergie assimilatrice dans des proportions notables (de 7 à 1 avec une feuille de Hêtre, de 48 à 1 avec une feuille d'Érable Sycomore, de 10 à 1 avec une feuille de Haricot, de 12 à 1 avec une feuille de Vigne-vierge, de 16 à 1 avec une feuille de Poirier, de 20 à 1 avec une feuille de Lierre, mais de 2 au plus à 1 avec l'Érable Négondo).

Ces rapports varient non seulement avec la structure et l'épaisseur du mésophylle et sa richesse en matière verte, mais aussi avec d'autres facteurs encore indéterminés, car à des différences anatomiques paraissant de même importance, ne correspondent pas toujours des différences égales dans l'énergie assimilatrice.

Lorsque la lumière a traversé des feuilles vertes son pouvoir assimilateur se trouve abaissé non seulement à cause de l'absorption des radiations par la chlorophylle, mais encore par suite de l'absorption due aux parties incolores et surtout au protoplasme. Les rapports des effets produits par ce dernier et par la chlorophylle varient naturellement avec la quantité de matière verte dans les cellules. Par exemple, une feuille verte de Vigne-vierge rend l'énergie assimilatrice 5 fois plus faible qu'une feuille semblable décolorée par l'alcool, et il en est ainsi pour une feuille verte de Tabac et une feuille albinotique de la même plante ; mais l'effet d'une feuille verte de Hêtre est 2,7 fois plus grand seulement que celui de la feuille décolorée ; ce rapport s'abaisse jusqu'à 1,3 avec la feuille verte et la feuille albinotique d'Érable Négondo. L'absorption par le protoplasme qui, comme on le sait, porte surtout sur les rayons les plus réfrangibles, est donc, comparée à l'absorption chlorophyllienne, moins importante qu'on ne serait tenté de l'admettre au premier abord, en considérant les coefficients d'extinction attribués par M. Reinke aux tissus incolores et à la matière verte.

Si, au lieu d'opérer à la lumière directe on opère à la lumière diffuse, on obtient des résultats un peu différents de ceux qui viennent d'être signalés. C'est ainsi qu'à la lumière diffuse une feuille de Vigne-vierge rend l'énergie assimilatrice 24 fois plus faible au lieu de 12 fois seulement à la lumière directe ; que la feuille de Lierre abaisse l'intensité de l'assimilation à un point tel que la respiration l'emporte, alors qu'à la lumière directe il y a dégagement d'oxygène. Les températures élevées engendrent des modifications analogues.

Il importe donc, dans ce genre d'expériences, de bien préciser les conditions du milieu (température, teneur de l'air en acide carbonique, intensité lumineuse) dans lesquelles on opère ; c'est là un point essentiel si l'on veut essayer d'apprécier, à l'aide des résultats obtenus, l'influence retardatrice qu'exerce sur la fonction chlorophylienne l'absorption de la lumière par les organes ou tissus verts tels qu'on les rencontre dans les conditions naturelles. Toutefois on peut dire que le plus souvent, quand la lumière a traversé une feuille d'arbre à l'ombre et deux feuilles à la lumière directe, son pouvoir assimilateur est tellement affaibli que les tissus verts qu'elle frappe dégagent de l'acide carbonique.

Sous le couvert même très épais des végétaux, l'assimilation n'est pas suspendue, mais elle est très amoindrie ; elle est par exemple 4 fois plus faible qu'en pleine lumière à la base des chaumes d'un champ de Blé bien vert, 8 fois dans une haie épaisse de Troëne, de 15 à 50 fois sous une charmille. Si Boussingault n'a pas trouvé une influence aussi marquée, cela tient à ce que dans ses expériences de comparaison en plein soleil, il négligeait de protéger les feuilles mises à assimiler contre l'action des radiations calorifiques qui, on le sait, exaltent la fonction respiratoire.

La lumière qui pénètre le couvert est surtout de la lumière réfléchie ou diffuse ; ce n'est pas seulement de la lumière transmise c'est-à-dire de la lumière qui aurait traversé les feuilles, car dans ce cas, l'assimilation sous le couvert serait impossible d'après ce qui a été dit plus haut.

L'examen des résultats qui précèdent, joint à l'étude anatomique des feuilles ayant servi aux expériences, semble démontrer qu'une des adaptations du tissu palissadique consiste en la plus facile pénétration des rayons lumineux dans les tissus situés au-dessous de lui.

Ces résultats prouvent en outre une fois de plus : 1° que la méthode de Sachs basée sur l'évaluation des quantités d'amidon formé pour mesurer l'énergie assimilatrice conduit à des conclusions très souvent erronées ; 2° qu'il n'y a pas proportionnalité entre la quantité de chlorophylle et l'intensité avec laquelle l'acide carbonique est décomposé.

Ils prouvent enfin que le rôle d'écran joué nécessairement par les couches vertes superficielles vis-à-vis des couches sous-jacentes constitue une nouvelle raison à ajouter à beaucoup d'autres pour que, en ce qui concerne la comparaison des énergies assimilatrices dans les tissus chlorophylliens, il soit nécessaire de recourir à l'expérience directe au lieu de s'en tenir aux inductions presque toujours incertaines et souvent fausses de l' « Anatomie physiologique ».

LA

VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES

par **F. BOERGESEN** et **Ove PAULSEN** *(Suite)*

(Traduit en français par Mlle S. ERIKSSON)

ANONA PALUSTRIS L.

Cette plante a l'aspect d'un petit arbre ou d'un grand arbuste à belles feuilles elliptiques, entières, coriaces et brillantes. Les fruits sont grands, lisses et d'une couleur verdâtre ; on ne les mange pas (Monkey apples). Je n'en ai trouvé que dans la grande lagune au littoral du sud-est, mais d'après ce que dit M. Eggers on peut les trouver en abondance à Sainte-Croix. Cet arbre est-il une plante des lagunes proprement dite, c'est encore une chose incertaine, mais je suis pourtant disposé à le croire. Oersted (1) le regarde ainsi et M. Eggers dit que, pour ce qui concerne Sainte-Croix, « il n'est pas rare de le rencontrer dans un terrain marécageux et aux bords des lagunes, entre les Manchinils. Cette dernière circonstance pourrait aussi indiquer qu'il vit aussi dans le sable des rivages. A la place où je l'ai trouvé il était fort sociable et poussait dans un fond vaseux, en créant autour d'un petit ruisseau une formation épaisse et haute comme la taille d'un homme. Dans le voisinage le plus proche se voyaient l'*Avicennia* et le *Laguncularia*.

Voici la structure anatomique de la feuille : elle est dorsiventrale. La cuticule de l'épiderme supérieur est assez épaisse et les cellules en sont grandes et généralement divisées irrégulièrement en deux zones, renfermant des cristaux agglomérés et de l'oxalate de chaux. Vues de la surface les cellules sont polygonales, à parois rectilignes ou faiblement sinuées (Fig. 94, B). Les cellules de l'épiderme inférieur (Fig. 94,C) sont plus petites et les cristaux agglomérés y manquent; on y trouve de nombreux stomates situés au niveau de l'épiderme. Le mésophylle est constitué vers le haut d'une couche (très rarement de deux) de cellules palissadiques extrêmement longues qui laissent entre elles d'étroits méats intercellulaires. Puis vient le parenchyme lacuneux à de grands méats intercellulaires. La couche contiguë à l'épiderme inférieur est le plus souvent composée de cellules allongées. Dans le parenchyme lacuneux on voit par intervalles de grandes cellules à parois minces vers lesquelles les cellules environnantes s'étendent comme des rayons (Fig. 94, E). Auprès des nervures on observe aux deux faces de la feuille des rayons de liber. Il n'y a point de tanin dans la feuille.

---

(1) A. S Oersted : *Skildrnig af Naturen paa Jamaica* II (Tidsskrift for populære Fremstillinger af Naturvidenskaben Bind 4, 1857, pag. 68).

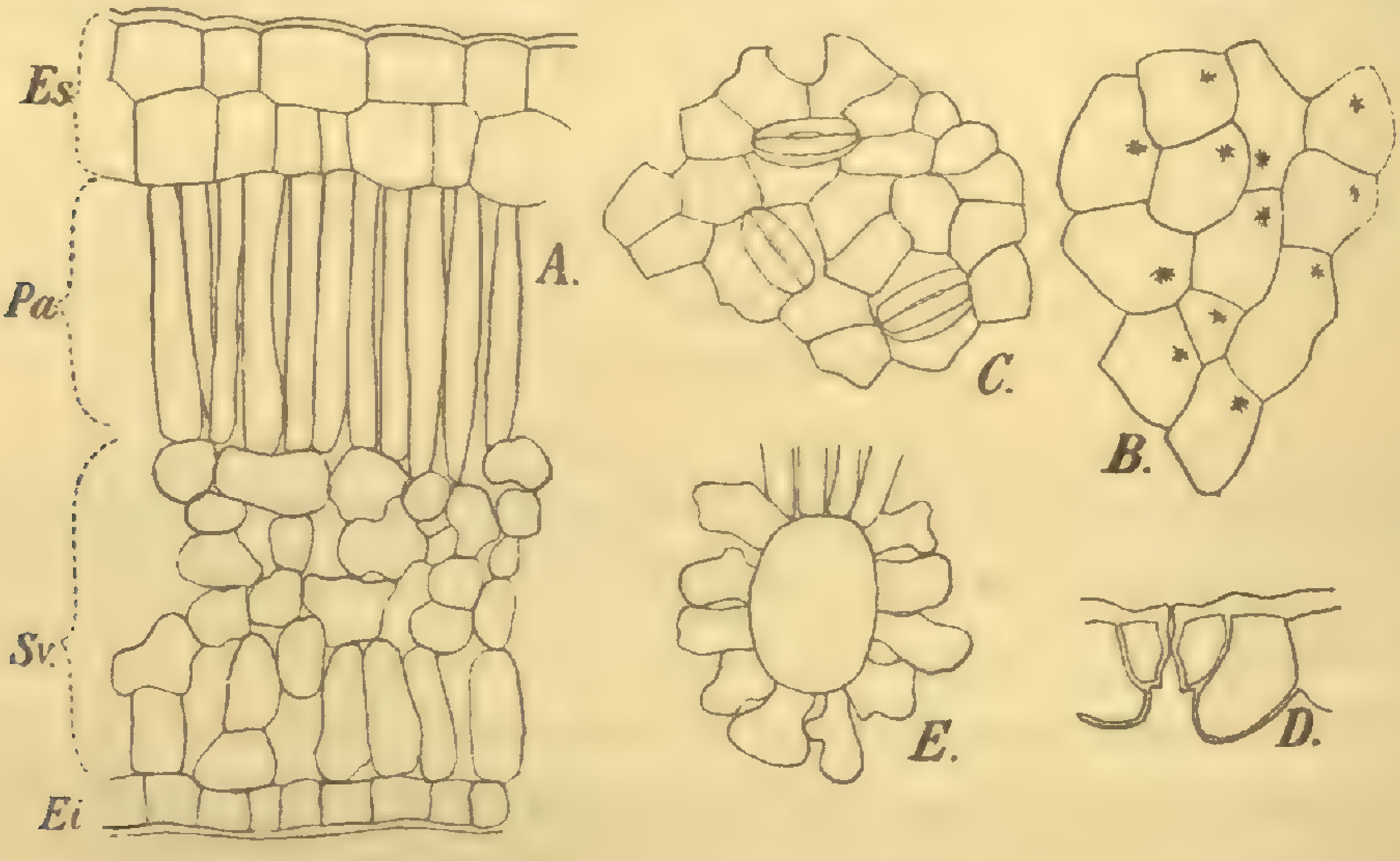


Fig. 94 à 98. — *Anona palustris* L. — A, Feuille coupée transversalement; B, épiderme supérieur; C, épiderme inférieur; D, stomate; E, cellule limpide dans le mésophylle.

Conocarpus erecta L.

Le *Conocarpus erecta* est un arbre qui abonde dans les lagunes. mais dans la littérature on se dispute si la plante est à mettre dans la flore des lagunes ou non. M. Eggers la place dans la végétation de Mangrove. M. Schenck dit dans « Flora » (l. c.) : « An der Landgrenze der Mangue trifft man häufig verschiedene Sträucher an. die auch sonst an der Küste verbreitet sind und nur als accessorische Bestandtheile zu der Formation gerechnet werden können. Hierher gehört auch die Combretacee *Conocarpus erecta*. » Schimper écrit (1) : « Mit Unrecht wird *Conocarpus erecta* den Mangrovebäumen zugezählt, er wächst ausserhalb den Mangrove sogar oft auf Dünen. » Sur ce point, je ne suis pas d'accord avec lui, du moins pour ce qui concerne les îles danoises. C'est qu'il n'est point rare de rencontrer le *Conocarpus erecta* dans les lagunes, quoi qu'en général il pousse dans un fond plus dur, mais encore humide et salifère. Dans la lagune de Krause par exemple, on le voyait en abondance, entouré du *Laguncularia* et de l'*Avicennia*, s'étendre sur les grandes plaines argileuses. Il est bien certain qu'il vit aussi sur les côtes rocheuses, arrosées par l'écume de la mer, comme l'a indiqué aussi M. Eggers. M. Warming m'a raconté qu'à Puerto Cabello, la plante poussait sur une haute grève pierreuse, et à Saint-Thomas, dans le gravier. Mais le plus souvent elle se rencontre en abondance — du moins aux îles danoises — dans les bosquets de Mangrove ; aussi suis-je bien disposé à la ranger, comme M. Eggers, dans la flore des lagunes.

Le *Conocarpus erecta* apparaît quelquefois comme un petit arbre, mais encore plus souvent comme un arbuste, atteignant rarement une hauteur de plus de 3 à 4 mètres. Les feuilles épaisses d'un vert-foncé ont a peu près la même couleur et le même brillant à leurs deux faces, elles sont orientées dans un plan à peu près vertical et dirigées plus ou moins vers le haut. Une courte description de l'anatomie de la feuille est déjà faite par MM. Holtermann (l. c.) et Heiden, *l. c.*, p. 73, et aussi par M. Warming, « Halofytstudier », p. 198.

L'anatomie des plantes herbacées qui poussent dans les lagunes est presque entièrement décrite par M. Warming dans « Halofytstudier » (2). Il n'y est pas fait mention de l'*Herpestis Monnieria*, et peut-être doit-on regarder cette plante comme ubiquiste. Mais comme elle vit aussi en grande abondance dans les lagunes, entourée d'exemplaires de *Rhizophora*, dans un fond mou et salifère, je veux ici faire une courte description de la structure anatomique de la feuille.

Le *Herpestis Monnieria* Kth. est une petite Scrophulariée, rampant sur le sol vaseux à l'aide de ses rejetons, qui s'y enracinent. Les feuilles sont glabres et assez charnues. Les cellules ont des parois qui, vues de la surface, sont fortement ondulées (Fig. 99, B et C). Certaines cellules de l'épiderme, surtout à la face supérieure de la feuille, diffèrent des autres cellules par les rapports suivants : elles sont plus grandes et leurs parois ne sont pas ondulées (Fig. 99, G). Elles s'élèvent au-dessus des autres en forme d'un cône dans lequel j'ai observé un petit espace séparé de l'autre partie de la cellule et contenant une matière granuleuse

---

(1) *L. c.*, page 64.

(2) *Chenopodium ambrosioides*, p. 190, *Batis maritima*, p. 213, *Pectis humifusa*, p. 220.

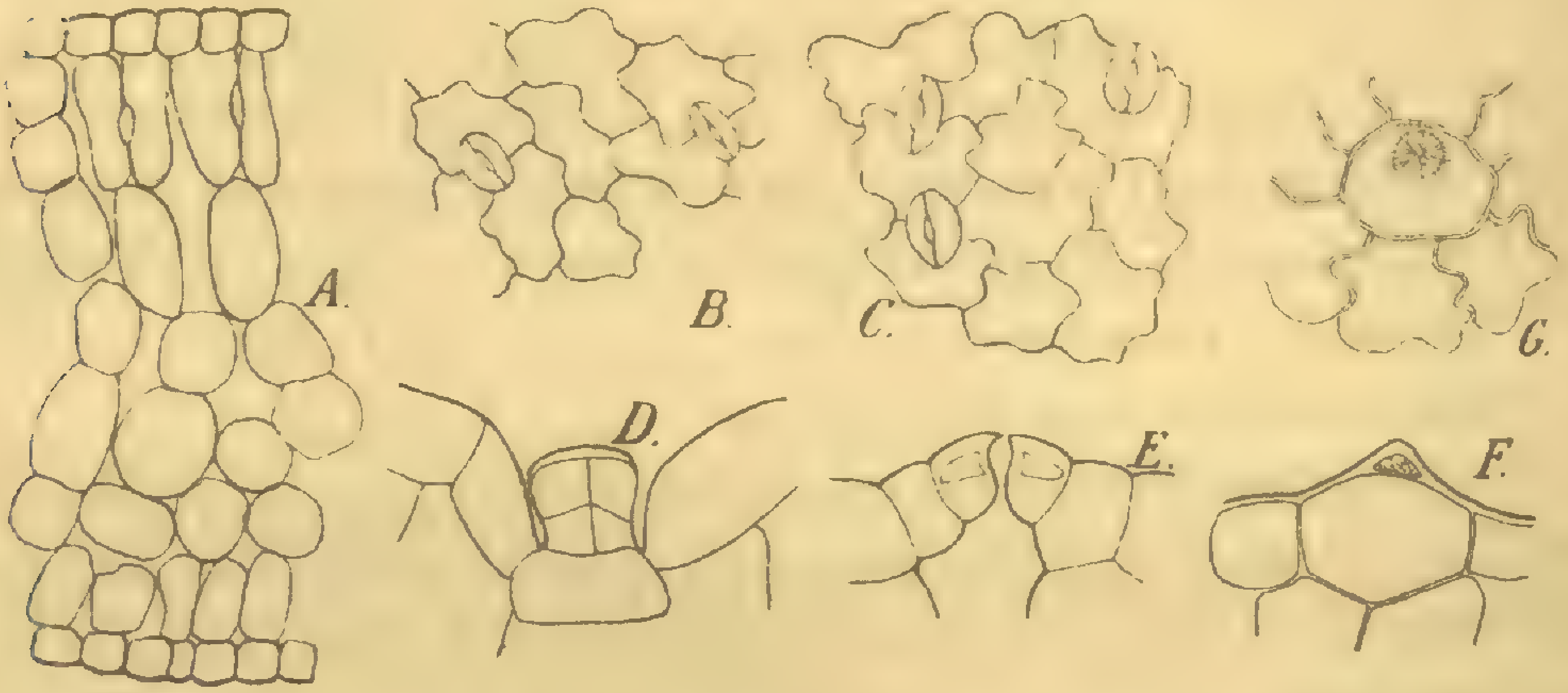


Fig. 99 à 105. — *Herpestis Monnieria* Kth. — A, Feuille coupée transversalement; B, épiderme supérieur; C, épiderme inférieur; B, poil glanduleux; E, stomate; G, curieuse cellule d'épiderme supérieur; F, pareille cellule, coupée transversalement.

(Fig. 99, F) La pointe conique porte comme des stries saillantes de cuticule, et devient presque entièrement jaune-brunâtre par l'influence du chlorure de zinc iodé ; ainsi elle est cuticularisée. Ces cellules d'épiderme supérieur nous rappellent beaucoup les hydathodes unicellulaires du *Gonocaryum pyriforme* dont parle M. Haberlandt (1). Dans le *Herpestis*, la paroi extérieure était, comme je l'ai déjà dit, cuticularisée et je n'ai trouvé aucune voie au travers de cette pointe élevée, ainsi que Haberlandt en a trouvé dans le *Gonocaryum* ; il n'est guère probable que les organes trouvés ici puissent fonctionner comme des voies pour conduire l'eau.

Les stomates sont distribuées aux deux faces de la feuille au niveau de l'épiderme ou bien s'élèvent un peu au delà de celui-ci

---

(1) Haberlandt : *Das tropische Laubblatt II* (Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, 1894, p. 10).

(fig. 99, E). En outre, on voit des poils glanduleux épars, enfoncés aux deux côtés de la feuille (fig. 99, D). Par une coupe transversale (fig. 99, A), on voit que le mésophylle n'est pas distinctement dorsiventral. Les cellules sont toutes grandes et séparées par de nombreuses lacunes. A la face supérieure il y a deux couches de palissades laissant entre elles beaucoup de méats. Les cellules du parenchyme lacuneux sont arrondies, celles de la couche contiguë à l'épiderme inférieur un peu oblongues. Des feuilles, récoltées dans les contrées marécageuses de St. Johns, étaient d'une structure dorsiventrale plus caractéristique (les feuilles s'étendaient sur la surface plane du sol). Le limbe était plus mince; au plus haut se trouvaient quelques couches de palissades et en dessous de celles-ci on rencontrait un parenchyme, constitué de cellules arrondies.

Dans la cinquième partie de son livre « Plantesamfund », où les Halophytes sont mentionnés, M. Warming énumère aussi toutes les qualités particulières de ceux-ci. Il dépeint surtout l'état accommodateur, fort remarquable et caractéristique, qui a lieu dans les Mangrove, et prête aussi attention à la structure anatomique de la feuille, c'est-à-dire à son caractère xérophile qui semble être en désaccord avec le fait que ces plantes croissent dans un sol toujours humide. A ces qualités anatomiques je trouve qu'on peut aussi ajouter le grand nombre de poils glanduleux qu'on remarque non seulement chez les Mangrove mais aussi dans plusieurs autres plantes herbacées et ligneuses qui se mêlent à cette végétation. On trouve encore ces poils en grande abondance dans les autres Halophytes qui vivent aux Antilles (p. ex. dans celles qui poussent aux bords sablonneux). Probablement, la plupart d'eux ou peut-être toutes ces formations de poils sont-elles à regarder comme des hydathodes. (cfr. Haberlandt : Das tropische Laubblatte). Il est possible qu'elles ne fonctionnent pas seulement comme des organes sécrétoires d'eau, mais aussi, comme des poils absorbant de l'eau douce, ce qui est peut-être d'une grande importance pour les Halophytes, qui, par leurs racines, ont seulement à leur disposition de l'eau, contenant du sel à un très grand degré.

Comme pour les bords sablonneux je vais ici essayer de faire la description de quelques excursions, en commençant par dépeindre la lagune de Christianssted que j'ai visitée plusieurs fois en 1892 et en 1896. Cette lagune est située à l'est du village de Christianssted, et une petite rigole sert de communicateur entre la lagune et la mer. En arrivant par un bateau à rames, on ne voit de loin qu'une petite fôret assez basse, d'une vive couleur verte qui contraste vivement de la couleur jaune-grisâtre des formations de *Croton*, couvrant les hautes parties derrière cette forêt. Tout en s'approchant de la côte, on observe que c'est le *Rhizophora Mangle* qui pousse ici. En même temps on est frappé par l'étroite embouchure, si peu profonde, qu'il faut que les nègres sortent de l'eau pour tirer le bateau au-delà des récifs. Sur le fond de la rigole on voit une épaisse couverture formée par une algue caractéristique, le *Penicillus capitatus* qui croît ici en si grande abondance, qu'il forme de véritables formations. Plus à l'intérieur, la lagune devient plus large et plus profonde, et prend l'aspect d'un lac assez grand. L'eau y est trouble et d'une couleur vert-grisâtre. Les Mangrove croissent le long des bords, y formant une bande étroite. Généralement il y a, le plus extérieurement, une partie couverte de *Rhizophora*, derrière lequel on voit l'*Avicennia* et le *Laguncularia*, Là où l'eau est peu profonde on aperçoit aussi ces plantes poussant tout à fait dans l'eau qui ne devient jamais très agitée à cet endroit. Le *Conocarpus erecta* se voit aussi par-ci par-là. Tout derrière la végétation de Mangrove, le paysage commence à monter, et les escarpements sont couverts de bosquets de *Croton*, dans lesquels se mêlent aussi de nombreux Agavés et Cactées. Sous le feuillage des Mangrove la vase ne porte en général aucune végétation. Aux places mieux éclairées on voit pourtant le *Batis maritima*, l'*Heliotropium curassavicum*, l'*Herpestis Monnieria*, etc. Au contraire il y a souvent beaucoup de racines « en asperges », sortant d'exemplaires d'*Avicennia* souvent très éloignés. Les racines aériennes de *Laguncularia* se ramifient plus abondamment, sont plus petites, plus irrégulières au point de vue de leur forme et de leur apparition (ne sont pas disposées en séries droites comme chez l'*Avicennia*) et ne s'éloignent pas beaucoup de l'arbre.

Dans l'eau on trouve sur les racines des Mangrove une dense végétation d'Algues multicolores. Ainsi le petit *Caulerpa verticillata* qui est d'un aspect très élégant, couvre souvent les racines des Mangrove d'une couverte molle et vert foncé. On voit aussi s'y mêler d'autres algues vertes, comme les *Bryopsis plumosa*, *Codium tomentosum*, des algues rouges par exemple des espèces des genres *Bostrychium* et *Acanthophora*, le *Catenella Opuntia*, etc.

Sur le fond de la lagune croissent, outre le *Penicillus*, nommé ci-dessus, plusieurs espèces du genre *Caulerpa* (*plumaris*, *crassifolia* var. *mexicana*, *cupressoides*), rampant partout dans la vase et étant souvent d'une étendue de plusieurs mètres. On voit aussi l'*Udotea flabellata* et plusieurs espèces du genre *Halimeda* (*Tuna*, *tridentata*, etc.). De phanerogames on ne trouve qu'un petit nombre; pour moi, je n'ai trouvé que le *Halophila Engelmanni* dans les lagunes.

Une autre lagune que j'ai visitée plusieurs fois est celle qui est située dans la partie occidentale de St. Thomas (voyez la pl. 8). Elle est très grande, et comme la lagune de Christianssted, entourée de collines et d'escarpements couverts de *Croton*. Le terrain bas et marécageux est généralement d'une largeur assez considérable. La lagune est en communication avec la mer, aussi l'eau y devient-elle plus agitée. Par conséquent, c'est aussi le *Rhizophora Mangle* seul qui forme la bande extérieure, et il n'est que derrière cette ligne que poussent l'*Avicennia* et le *Laguncularia*. Près d'un petit ruisseau j'ai trouvé un bocage épais formé par l'*Anona palustris*. Celui-ci vivait dans un fond marécageux et assurément salifère. Dans la lagune même où l'eau était moins profonde, le *Rhizophora* avait formé des îles où se représentent les degrés de développement, à partir de la plantule isolée qui s'attache de tous les côtés par de nombreuses racines aériennes, jusqu'à de grandes îles à terre ferme. A gauche sur la figure (pl. 8) on remarque une petite île, constituée d'arbres de Mangrove, mais on peut encore distinguer la mer entre les racines.

V. VÉGÉTATION DES PLAINES ARGILEUSES SALINES.

Cette végétation se rencontre à plusieurs endroits à Ste-Croix, surtout dans le voisinage des lagunes et des «saltponds». Il y en a, par exemple, à Sandy-Point, à la lagune de Krause et au grand «saltpond» à l'est de l'île. Surtout à la lagune de Krause il y a de vastes plaines argileuses, un pays plat, où l'on rencontre çà et là des mares, grandes ou petites. La terre est souvent couverte d'une matière blanche, mais un peu sale, composée de sel non cristallisé.

De vastes étendues (les plus humides) sont entièrement dépourvues de toute végétation ; d'autres (plus sèches) portent une végétation peu abondante et si éparse que la terre bien grasse et grisâtre se distingue presque partout. De grandes parties de ces plaines argileuses sont séparées de la mer par une étroite bande de sable, couverte d'arbres de Manchinil parmi lesquels sont entremêlés des *Laguncularia* et des *Conocarpus* isolés. Là où le pays monte se trouvent des bosquets épars ressemblant à des îlots, d'une hauteur de quelques aunes, et composés de *Laguncularia*, d'*Avicennia* et de *Conocarpus*. A la place où commence la terre ferme, il y a des exemplaires isolés de *Laguncularia*, *Avicennia* et *Conocarpus*, formant une végétation éparse, entremêlée du *Scirpus ferrugineus* L., du *Cyperus mucronatus* Rottb., du *Pluchea odorata* Cass. Sur la terre ferme apparaissent des arbustes, appartenant à la famille des Légumineuses, des bocages entiers du *Wedelia buphthalmoides* Gr. à fleurs jaunes, et en plus grande partie encore des bosquets de *Croton*. Ainsi les Halophytes du fond vaseux changent également en plantes qui caractérisent le terrain sec.

Les plantes herbacées qui caractérisent ces vastes étendues salifères et argileuses sont les suivantes : Le *Batis maritima* (pl. 12), tantôt faiblement dressé, atteignant la hauteur d'une aune, tantôt ayant des branches couchantes qui s'enracinent dans le sol. Celles-ci portent des feuilles élevées, brillantes, d'une couleur vert-foncé. De plus, on remarque le *Salicornia ambigua* (1) (pl. 11), plante d'un vert-foncé, qui croît à peu près de la même manière que le *Batis*, à l'aide de ses branches couchantes qui s'enracinent dans le sol et d'où sortent des branches secondaires. Les deux plantes ci-dessus ne poussent pas seulement dans un terrain desséché, mais aussi autour des petits lacs qu'elles entourent comme d'un cercle ; quelquefois on les voit dans l'eau même. Le *Sesuvium Portulacastrum* abonde ici ; il a des fleurs de couleur pourpre, et la plante forme de grands coussins vert-foncé, serrées contre le fond (contrairement à ce qui a lieu aux bords sablonneux où les branches et les feuilles sont élevées). De cette plante j'ai vu un grand nombre de plantules (quant à la structure de celles-ci, voyez Warming : Halophytstudier, page 182). Ici, poussaient encore le *Philoxerus vermicu-*

---

(1) Pour l'anatomie, voir Warming : *Halophytstudier*, p. 215.

latus R. Br. qui a aussi des branches couchantes qui s'enracinent dans la terre, la Graminée, *Stenotaphrum americanum* Schrk. à rejetons, longs de plusieurs aunes, qui s'enracinent et se serrent contre le sol.

Au « Saltpond », à la côte de l'est de l'île, M. Warming a trouvé en 1892 l'*Atriplex cristata* (1).

Pour terminer, je veux ici mentionner une petite plaine argileuse mais peu salifère, qui a été visitée par M. Ove Poulsen. Elle était située dans le voisinage de la plantation de Saint-Johns et couverte d'une basse végétation, composée de Graminées (le *Stenotaphrum* et d'autres) et de plantes herbacées rampantes (par exemple le *Herpestis Monnieria),* avec lesquelles se voyaient des touffes éparses de *Cypéracées* plus hauts (le *Cyperus viscosus*, les *Scirpus ferrugineus* et *capitatus*) et d'arbustes isolés d'*Acacia* à fleurs jaunes, et atteignant la hauteur d'une aune.

---

(1) *L. c.* page 229.

(*A suivre*).

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE

PUBLIÉS PENDANT LES ANNÉES 1894-1899 *(Suite)*

4° Europe septentrionale.

Il n'y a rien de très important à signaler sur la flore des Iles Britanniques ni des pays scandinaves. Je dois cependant mentionner ici une étude de M. O. Ekstam sur la flore de la Nouvelle-Zemble et de Waigatsch (1). L'auteur donne la liste complète de toutes les plantes vasculaires connues de ce pays; cette énumération comprend 200 espèces; sur ce nombre il y a quatre formes nouvelles ; 7 espèces sont nouvelles pour la Nouvelle-Zemble et Waigatsch, 2 pour la Nouvelle-Zemble seule ; 19 le sont pour la zone 72-73° lat. N.; 24 pour la zone de 73-74°. En résumé, on trouve à la Nouvelle-Zemble : 150 plantes vasculaires entre le 69° et le 70° lat. N.; 102 entre le 70e et le 71e; 125 entre le 71e et le 72e; 136 entre le 72e et le 73e; 125 entre le 73e et le 74e; 15 entre le 74e et le 75e; 15 entre le 75e et le 76e; et 4 entre le 76e et le 77e. Ces quatre dernières espèces sont : *Saxifraga oppositifolia* L.; *Draba alpina* L.; *Papaver nudicaule* L.: *Oxyria digyna* L.

5° Europe orientale.

Un ouvrage assez important (2) a paru sur la flore de la Russie orientale, c'est-à-dire des gouvernements de Kazan, de Simbirsk, de Samara (partie orientale), d'Ufa, d'Orenbourg, de Perm et de Viatka. L'auteur mentionne 1567 espèces; mais son travail n'est qu'un catalogue raisonné des plantes de la région; les descriptions n'accompagnent généralement pas l'indication des espèces. L'ouvrage de M. Korshinsky est le Prodome d'un travail plus considérable, dans lequel l'auteur se propose de décrire en détail les régions que, pour le moment, il se borne à mentionner et à figurer sur une carte, savoir : Région alpine, région forestière, région intermédiaire aux forêts et aux steppes, région des steppes.

---

(1) O. Ekstam : *Neue Beitrage zur kenntniss der Gefasspflanzen Novaja Semlja's.* (Engl. Jahrb., XXIII [1897], p. 184-205).

(2) Korshinsky : *Tentamen Floræ Rossiae orientalis.* — Saint-Pétersbourg, 1898 (*Mém. de l'Acad. des Sc. de St-Pétersb.*).

3. — ASIE

1° Asie occidentale.

La flore russe m'amène naturellement à parler des études dont la Caucasie a été l'objet. Ici, en effet, on retrouve la région des steppes d'une part, et de l'autre on touche aux confins de la région méditerranéenne.

La géographie botanique de la Caucasie a été étudiée particulièrement par plusieurs botanistes russes, MM. Radde et Alboff, entre autres, et par deux botanistes italiens, MM. Sommier et Levier en Italie (1).

L'ouvrage de M. Radde fait suite à ceux de MM. Wilkomm et Pax; il est le résumé des observations que l'auteur a consignées pendant trente-cinq années d'exploration en Caucasie (1863-97); un grand nombre de ces observations a trait à la météorologie, à la géologie et à l'économie forestière; beaucoup d'entre elles ne sont que des études de détail difficiles à analyser, sur la flore des contrées que M. Radde a traversées. Quant aux travaux de M. Alboff, ils se composent, outre un essai sur la flore de la Colchide, de quelques mémoires ou articles intéressants sur la végétation du Caucase. Je vais tenter de résumer ici ce que l'un et l'autre de ces savants nous ont appris au point de vue spécial qui nous occupe dans cette Revue.

La région étudiée par M. Radde sous le nom de Caucasie (Kaukasuslandern), s'étend du nord au sud, depuis la Valga inférieure et les deux fleuves Manytsech jusqu'à la ligne de faîte des montagnes de la

---

(1) Engler und Drude : *Die Vegetation der Erde* : III, Dr G. Radde : *Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Kaukasuslandern*. Leipzig, 1899. — Cet ouvrage est accompagné de figures, d'héliogravures représentant les types des principales formations végétales du Caucase, et de trois cartes : une carte hypsometrique de la Caucasie : une carte indiquant à la fois la quantité de pluie tombant dans les différentes parties du Caucase, et la distribution des principales espèces ligneuses dans la région; une carte indiquant les régions botaniques telles qu'elles sont comprises dans l'ouvrage.

Alboff : *Nouvelles contributions a la flore de la Transcaucasie.* (Bull. Herb. Boissier, II [1894], p. 114, 247, 448, 639 : III [1895], p. 89, 228. — *La flore alpine des calcaires de la Transcaucasie occidentale.* (L. C., III [1895], p. 512). — *Prodromus Florae Colchicae ;* Tiflis et Genève, 1895. — *Les Forêts de la Transcaucasie occidentale* (Bull. Herb. Boissier. IV [1896]. p. 61).

Sommier et Levier : *Manunculi caucasici dichotome dispositi.* (Nuov. Giorn. botan. (1894), p. 17. — *Plantarum caucasi novarum manipulus tertius.* (Act. hort., Petropol., XIII, [1894], p. 181-198). — *Altre piante nuove de Caucaso.* (Boll. Soc. bot. stal. [1894], p. 26-32). — *I Cirsium del Caucaso.* (Nuov. Giorn. bot. [1895], p. 5). — *Decas Umbelliferarum novarum Caucasi* (l. c., p. 73). — *Decas Compositarum novarum et duæ Campanulae novae Caucasi* (l. c. p. 81). — *Plantarum Caucasi manipulus alter* (l. c. [1897], p. 199.

Haute-Arménie et jusqu'au mont Sawalau, dans la Perse septentrionale; et de l'est à l'ouest, depuis le cap Zaman, entre la mer Noire et la mer d'Azow, jusqu'au cap Apchéron, sur la mer Caspienne; cette région est donc comprise entre le 46° et le 38° lat. Nord, et le 34°3' jusqu'au 48° long. Est, du méridien de Paris; en altitude la Caucasie s'élève depuis 26 m. au-dessous du niveau de l'Océan, sur les bords de la mer Caspienne jusqu'à 5640 m. au sommet de l'Elbrous, et 5650 au sommet de l'Ararat; mais la limite de la végétation phanérogamique ne dépasse pas 3650 m.

La partie septentrionale de la région est occupée par des steppes qui, depuis les derniers contreforts du Caucase, vers 600 m. d'altitude, s'étendent entre la mer Noire et la mer Caspienne, et se prolonge à une grande distance vers le nord sur le territoire russe. Près de la limite de la région montagneuse, les steppes présentent une végétation plus ou moins mélangée d'éléments provenant de la région forestière; mais en se dirigeant vers le nord, on voit cette végétation prendre rapidement un caractère propre, et bien différent suivant qu'on l'observe dans la région nord-ouest qui s'étend entre le Caucase et le Don, dans le bassin du Kouban, ou bien dans la région nord-est, qui s'avance vers la mer Caspienne, et qui est arrosée par la Zeck. Le sol de la première région est riche en humus, ce qui a fait donner aux steppes qui le recouvrent, le nom de steppes de terre noire (*Tschernosëm*); ce sont les steppes à Graminées. Au contraire, dans la région du nord-est, l'humus est peu à peu remplacé par l'argile salin ou par le sable; une sécheresse générale envahit le sol et l'atmosphère et de nouveaux éléments entrent dans la végétation. Les Saules, les Peupliers, ou même les bois de Chênes de quelque importance ne se montrent que çà et là, principalement dans le voisinage des cours d'eau, mais de vastes étendues sont presque exclusivement occupées par des colonies de *Carduus uncinatus*, de *Sisymbrium Lœselii* et *pumilum*, de *Centaurea solstitialis*, d'*Iris Notha*, de *Tamarix Pallasii*, ou d'*Artemisia maritima* et *frigida*, ou bien encore de diverses plantes halophiles; les régions littorales voisines des embouchures des fleuves sont envahies par les *Juncus* et les *Arundo*.

M. Radde a donné la liste des plantes qu'il a recueillies dans la région montagneuse ou dans les plaines traversées par la Téreck et la Kouma, deux tributaires de la mer Caspienne; cette liste se monte à 800 espèces.

Cette végétation caractéristique des steppes se retrouve dans la Transcaucasie, notamment sur les plateaux de l'Arménie et dans la région de Mouga, au-dessous du confluent de l'Araxès et de la Koura. Vers les sources de ces deux cours d'eau, entre 1220 et 1830 m., on remarque d'assez vastes étendues recouvertes presque uniquement de *Stipa Szowitzana*. La steppe orientale qui s'étend depuis les plateaux de la Perse jusqu'à ceux de l'Arménie est caractérisée par la prédominance des Légumineuses et des Labiées.

Sur le versant de la mer Noire, principalement dans la vallée du Tschoroch et dans le bassin du Rion, se trouve la région connue botaniquement sous le nom de Colchide; politiquement, elle comprend : la Circassie, à partir de Touapse, l'Abkasie, la Samoursakagne, la Mingrélie, l'Imérétie, la Gourie et l'Abjarie. Elle jouit d'un climat humide, puisqu'elle reçoit une quantité de pluie variant, suivant le voisinage plus ou moins éloigné de la mer entre 100 et 200 mill. D'après Alboff, la flore de la Colchide compte environ 1500 espèces. Ce pays doit à son climat une végétation éminemment forestière, et d'une luxuriance remarquable. Depuis le littoral jusqu'à la limite de la végétation arborescente, on voit de nombreux arbres ou arbustes à feuillage persistant, tels que les *Ilex*, les *Phyllirea*, les *Buxus*, et surtout le *Prunus Lauro-cerasus*, et le *Rhododendron ponticum*. Ce dernier arbuste ne reparaît plus qu'en Espagne, à l'extrémité opposée de la région méditerranéenne, sous le nom de *R. boeticum*. Le *R. caucasicum* s'observe au-dessus de 2000 ou 2200 m. Dans les régions basses ou moyennes croissent en grand nombre les Chênes, les Hêtres, les Châtaigniers, les Tilleuls, les Frênes et les Érables; sauf le *Pinus maritima*, les conifères ne se montrent pas dans la région basse; l'élément méditerranéen ne s'y fait aucunement remarquer; mais il apparaît dans la vallée moyenne de Tchoroch avec les *Pinus pinea*, *Arbutus andrachne*, *Cistus salvifolius* et quelques *Genista*. Le *Picea orientalis* et l'*Abies nordmanniana* ne s'observent que dans les hautes régions, de 1300 à 2000 m., et le *P. montana* que dans la région immédiatement supérieure, à 2300 m. Dans les régions inférieures les espèces arborescentes ne laissent subsister au milieu d'elles que les plantes grimpantes ou les Fougères (1). L'extension, en altitude, des arbres et des arbustes est considérable : la limite de la végétation arborescente se montre sur le versant nord du Grand Caucase à 2125, et sur le versant sud, entre 1830 et 2500. En latitude, la végétation forestière perd généralement de son intensité en s'avançant de l'ouest à l'est. Sur le versant nord du Grand Caucase, dans le district de Kouban, à l'ouest, s'étendent d'importantes forêts de Chênes; dans le Daghestan, les arbres ne se montrent que par groupes isolés, et dans les contrées jouissant d'un climat plus sec, les mâquis remplacent les forêts. Mais si, quant à la végétation arborescente, la flore de la Colchide présente, avec celle des régions voisines, des transitions graduelles, il n'en est pas de même en ce qui concerne la végétation herbacée. Au nord, à partir de Tuapse, la flore colchique est brusquement séparée de la flore de la Crimée; au sud-ouest, on passe presque sans transition de la flore colchique à celle du Lazistan. Enfin, Alboff a fait, au sujet de la flore de la Transcaucasie occidentale, une curieuse remarque. Parmi les plantes endémiques de cette région se trouveraient plusieurs espèces qui existaient en Europe pendant la période tertiaire, mais qui s'y sont complètement éteintes de nos jours ; tels sont : *Pterocarya caucasica, Zelcowia crenata, Dioscorea caucasica, Diospyros Lotus ;* d'autres espèces, abondantes dans la Transcaucasie, mais existant encore en Europe, sont des héritages de la flore tertiaire ; tels sont les Lauriers, les Lauriers-cerise, Houx, Buis, etc.

---

(1) Les espèces herbacées sont plus nombreuses dans la partie supérieure de la région forestière, de 780 à 1370 m. Ainsi M. Radde donne la liste de celles qu'il a observées en Caucasie, entre ces limites; elle se monte à 224 pour les plantes des prés et des lisières des bois, à 75 pour celles qui croissent sur les pentes humides exposées au nord, et à 50 pour celles qui couvrent les pentes sèches, exposées au midi.

Du côté de la mer Caspienne se trouve une contrée analogue à la Colchide ; celle de Talysch. Ce pays occupe le versant septentrional des monts Elbourz et la côte méridionale de la mer Caspienne. Comme celle de la Colchide, la végétation du Talysch est surtout forestière ; les arbres caractéristiques en sont les *Acacia Julibrissin, Gleditchia caspica, Parrotia persica, Alnus cordifolia, A. orientalis, Quercus castaneifolia,* les *Zelcowia* et les *Pterocarya* ; les conifères y sont peu nombreuses, et les *Rhododendrons* ne s'y observent pas. Tout récemment le Dr Buhse a publié une étude particulière sur cette région (1). L'auteur reconnaît cinq divisions sur le versant de l'Elbourz : 1° la région du Dschængæll, ou littorale, chaude, humide, possédant un sol riche en humus et couverte de luxuriantes forêts où dominent les essences à feuillage caduc ; 2° la région caspienne de transition, contrée montagneuse, présentant des pâturages et des cultures qui sont coupés çà et là par des buissons et par des bois de faible étendue ; 3° la région des Oliviers, limitée à la vallée de Sefidrond, vers l'extrémité nord-ouest de la chaîne de l'Elbourz, la seule qui relie directement les hauts plateaux de la Perse à la mer Caspienne ; 4° la région du Biaban, vaste étendue caractérisée par sa sécheresse ; 5° la région du Sœrhadd, encore mal connue, et qui occupe la partie sud-est de la chaîne. L'auteur donne la liste des plantes qu'il a observées sur la chaîne de l'Elbourz ; elle se monte à 1584 espèces.

Si l'on revient maintenant au massif principal du Caucase, on verra, au-dessus de la région forestière, à partir de 1850 ou 2500 m., commencer la région subalpine ; elle finit vers 3050 m. ; la haute région alpine s'étend entre cette dernière altitude et 3660 m. L'énumération des plantes que l'on trouve en Caucasie, entre 2000 et 3650 m. comprend, d'après M. Radde, environ 1100 espèces. Dans cette zone, la végétation est assez uniforme ; on peut citer, cependant, parmi les plantes croissant en vastes colonies, et contribuant le plus à donner à la flore caucasique son aspect caractéristique, les *Rhododendron caucasicum, Valeriana alliariæfolia, Cephalaria tatarica.*

Les montagnes calcaires ont été spécialement étudiées par Alboff dans la Transcaucasie occidentale. D'un accès difficile, elles n'ont guère été explorées, au point de vue botanique, avant ce dernier voyageur; ses collections renferment de nombreuses nouveautés, et ses observations présentent un grand intérêt. Les chaînes calcaires sont importantes surtout en Mingrelie, où elles s'élèvent jusqu'à 2300 et 2400 m.; à l'ouest, après le défilé de l'Ingour, les formations calcaires disparaissent pour ne plus se montrer que dans l'Abkasie, puis en Circassie. Elles constituent donc trois groupes qui ont chacun une flore distincte : les calcaires mingreliens, les calcaires abkasiens et les calcaires circassiens. Les espèces qui sont exclusivement calcicoles, que l'on rencontre partout en grand nombre dans les montagnes calcaires de la Transcaucasie occidentale, et qui, par conséquent, donnent à ces dernières leur physionomie spéciale, sont les *Geum speciosum* Alb., *Carex pontica* Alb., *Daphne sericea* Vahl., etc. Sur 63 espèces ou variétés spéciales aux calcaires caucasiques et observées par Alboff dans le cours de ses voyages, 20 se rencontrent dans toutes les chaînes calcaires, 5 sont propres à l'Abkasie et à la Mingrelie, 9 à l'Abkasie et à la Circassie, 5 à la Mingrelie seule, 17 à l'Abkasie seule, 7 à la Circassie seule, 36 étaient nouvelles. Le total des espèces ou variétés observées par Alboff sur les chaînes calcaires se monte à 360; le nombre des espèces dont il a constaté la présence dans toute la région alpine de la Transcaucasie est de 600 environ; il y a sur les terrains granitiques, moins de 200 espèces manquant aux terrains calcaires. On doit ajouter cependant que ces chiffres pourraient être modifiés par un examen plus approfondi des collections d'Alboff, qui, de l'aveu de l'auteur lui-même, sont loin de pouvoir donner une idée complète de la végétation des hautes montagnes de la Transcaucasie occidentale. Alboff a néanmoins constaté les trois faits suivants : la flore présente une notable quantité de plantes spéciales; elle offre un certain nombre de plantes à aire géographique interrompu; elle est mélangée de plantes très répandues dans toute la Caucasie et croissant dans la région inférieure. L'auteur explique ces deux derniers faits par celui-ci : les plantes ainsi observées sont, sinon calciphiles, du moins xérophiles et propres aux régions chaudes; favorisées par la douceur et l'humidité du climat de la Colchide, elles ont pu trouver, sur les terrains calcaires de ce pays, un milieu propre à leur développement. Quant aux espèces spéciales à ces mêmes terrains, Alboff revient, à ce sujet, sur l'hypothèse qu'il a émise au sujet des forêts de la Transcaucasie occidentale : ces espèces seraient les restes d'une flore tertiaire, analogue à celle des régions chaudes. Cette opinion s'appuierait sur les faits suivants : les formes spéciales aux calcaires de la Transcaucasie ont des affinités avec les formes tropicales ou subtropicales; les montagnes calcaires de la Transcaucasie n'offrent ni glaciers récents, ni traces de glaciers anciens, ce qui permet de supposer qu'elles ont été quelque peu à l'abri du refroidissement de la période glaciaire; enfin, les représentants de la flore arctique sont beaucoup moins nombreux dans le Caucase, que dans les Alpes ou que dans les autres montagnes de l'Europe.

---

(1) Dr F. Buhse : *Die Flora des* **Alburs und der Kaspischen Südküste** (Arbeiten des Naturforscher-Vereins zu Riga, 1899). — Avec la description de dix espèces rares, par M. Winkler, dix planches et une carte.

Ces considérations nous conduisent à signaler, en terminant, une formation qui dans le Caucase, atteint un développement assez important : celle des plantes xérophiles. Elle prend naissance sur les plateaux de la Perse, et de là s'étend sur ceux de l'Arménie. Moins considérables sur les pentes exposées au sud vers les plaines de la Koura, les formations xérophiles ne se rencontrent plus qu'à l'état sporadique vers le cours supérieur de ce dernier fleuve. Les genres prédominants parmi elles sont les *Astragalus*, les *Acantholimon*, et les *Silene*. Si l'on compare le chiffre des espèces caucasiques de chacun de ces genres, à celui des espèces du même genre appartenant à l'ensemble des régions comprises dans le *Flora orientalis*, on verra que le premier compte 130 espèces sur 300 signalées dans les dites régions, le second 10 sur 74 et le troisième 53 sur 204. D'autres espèces xérophiles méritent une mention spéciale. Ainsi, le *Gypsophila aretioides*, aux souches épaisses et aux touffes gazonnantes, forme de vastes colonies dans certaines contrées, comme les solitudes du Kopet-Dag; l'*Heracleum villosum*, avec son ample feuillage et ses larges ombelles, le *Centhrantus longiflorus*, avec ses panicules roses, sont l'ornement de la haute vallée de la Koura.

Les différents mémoires de MM. Sommier et Levier ont pour objet principal les plantes qu'ils ont recueillies eux-mêmes dans le Caucase : une cinquantaine d'espèces nouvelles y sont décrites. J'accorderai une mention spéciale au genre *Cirsium*, qui compte 42 espèces en Caucasie; 23 espèces sont particulières à cette région, 9 se retrouvent dans les régions limitrophes seulement, et 10 en Europe; le total des *Cirsium* signalés dans la Caucasie et les régions limitrophes se monte à 53. M. Buser (1) a énuméré les Alchémilles trouvées dans le Caucase par MM. Sommier et Levier, et a décrit parmi ces dernières, quatre espèces nouvelles.

(1) *Sur quelques Alchémilles du Caucase.* (Bull. Herb. Boissier, IV, 1896, 756).

(A suivre). E. Drake del Castillo.

425 - Lille Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

Phot. F. Boergesen. Imp. Le Bigot.

Salicornia ambigua, Sesuvium Portulacastrum, Batis maritima, Laguncularia racemosa.

Phot. F. Boergesen. Imp. Le Bigot.

Batis maritima, Paspalum distichum, Sesuvium Portulacastrum.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, docteur ès sciences, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.
Flot, docteur ès sciences.
Fockeu, docteur ès sciences.
Franchet, répétiteur au Muséum.
Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.
Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.
Giard, professeur à la Sorbonne.
Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.
Grelot, docteur ès sciences.
Guignard, membre de l'Académie des sciences.
Heckel, professeur à l'Université de Marseille.
Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.
Hervier (L'Abbé Joseph).
Hickel, garde général des forêts.
Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.
Houlbert, docteur ès sciences.
Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.
Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.
Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.
Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.
Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.
Jonkman, de l'Université d'Utrecht.
Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.
Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.
Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.
Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.
Léger (M.), docteur ès sciences.
Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.
Lothelier, docteur ès sciences.
Lund, de l'Université de Copenhague.
Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.
Magnin, professeur à l'Université de Besançon.
Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.
Masclef, lauréat de l'Institut.
Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.
Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.
Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.
Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.
Morkowine, docteur ès sciences, Marbourg.
Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.
Parmentier, chargé de cours à la Faculté des sciences de Besançon.
Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.
Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.
Prunet, professeur à l'Université de Toulouse.
Rabot (Charles), explorateur.
Ray, docteur ès sciences.
Russell (William), docteur ès sciences.
Saporta (de), correspondant de l'Institut.
Seignette, docteur ès sciences.
Téodoresco, docteur ès sciences.
Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.
Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.
Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.
Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.
Warming, professeur à l'Université de Copenhague.
Viala, professeur à l'Institut agronomique.
Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.
Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Août 1900

N° 140

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

LIVRAISON DU 15 AOUT 1900

Pages

I. — RECHERCHES SUR LES FLEURS CLÉISTOGAMES (avec figures dans le texte), par **M. Leclerc du Sablon** 305

II. — SUR LA MEMBRANE DE L'HYDROLEUCITE (avec figures dans le texte), par **M. V. Boulet** 319

III. — CAS DE VIRESCENCE ET DE FASCIATION D'ORIGINE PARASITAIRE (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** 323

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE, publiés pendant les années 1894-1899, par **M. E. Drake del Castillo** (*suite*) 328

Cette livraison renferme dix-huit gravures dans le texte

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES SUR LES FLEURS CLÉISTOGAMES

par M. LECLERC DU SABLON

On appelle fleurs cléistogames des fleurs dont la corolle reste rudimentaire et qui ont encore au moment de la fécondation l'aspect d'un petit bouton fermé. Depuis longtemps déjà les Botanistes ont observé que certaines plantes telles que les Violettes produisent régulièrement deux sortes de fleurs : des fleurs normales avec une corolle colorée et très développée et des fleurs cléistogames ; on avait même remarqué que malgré la réduction de certaines de leurs parties, ces dernières fleurs produisent des graines beaucoup plus régulièrement que les premières. En 1863 Hugo Mohl (1) a publié un travail d'ensemble très complet où sont précisés les caractères de toutes les fleurs cléistogames connues à ce moment et où est signalée la germination du pollen à l'intérieur même de l'anthère. On pourra s'en rapporter à ce mémoire pour tous les détails de Morphologie que je ne donnerai pas. Je me suis attaché dans ce travail à préciser certains points de structure qui peuvent être mis en évidence par la méthode des coupes en série ; j'ai surtout étudié les particularités qui permettent à la pollinisation de se produire dans une fleur qui reste à l'état de bouton.

VIOLA ODORATA

Les Violettes et en particulier le *Viola odorata* peuvent être prises comme type de plantes à fleurs cléistogames. Dans la plupart des espèces communes on observe une abondante floraison au printemps ; il n'y a alors que des fleurs normales avec une corolle grande, épanouie et colorée ; presque jamais les ovules de ces fleurs ne sont fécondés et transformés en graines. Mais dès le mois de mai, lorsque les fleurs colorées ont disparu, on voit se former à l'aisselle des feuilles de très nombreuses fleurs cléistogames qui ont l'apparence de très petits boutons; la fécondation s'opère alors très régulièrement et l'on voit bientôt les sépales s'écarter pour laisser place au fruit qui grossit rapidement.

---

(1) Hugo Mohl : *Einige Bemerkungen über dimorphe Blüthen* (Botanische Zeitung, 1863) — Voir aussi Darwin : *Des différentes formes de fleurs.*

Le calice qui est très visible à l'extérieur de la fleur est formé de cinq sépales semblables à ceux des fleurs ordinaires, mais beaucoup plus petits et à peu près égaux entre eux; la fleur tend à devenir régulière. La corolle est beaucoup plus réduite; Mohl a même signalé des cas où le nombre des pétales était inférieur à cinq. Dans toutes les fleurs que j'ai examinées, j'ai trouvé les cinq pétales; mais ils étaient réduits à des filets très minces et très courts qui pouvaient très bien échapper à un examen à la loupe. D'ailleurs, comme j'aurai l'occasion de le redire dans le cours de ce travail, les fleurs cléistogames ne sont pas organisées sur un plan fixe et présentent, par rapport aux fleurs normales, des simplifications variables. Ainsi, dans certains cas, les pétales sont représentés par des filets complètement incolores, plus minces et plus courts que les filets des étamines; d'autres fois ce sont des lames aplaties plus ou moins grandes; quelquefois même on constate une certaine coloration en violet. L'éperon qui manque complètement lorsque la corolle est très réduite est plus ou moins indiqué dans les cas intermédiaires.

En se plaçant simplement au point de vue de l'étude de la corolle on peut donc trouver tous les intermédiaires entre une grande corolle colorée et une corolle formée de cinq minces filets incolores. Il n'y a donc pas deux types de fleurs distincts, mais un type normal qui peut subir toute une série de réductions : peut-être même le dernier terme de la réduction est-il plus simple que celui que j'ai observé et il est admissible qu'il existe des fleurs telles que celles que Mohl a signalées et où les pétales ont complètement disparu.

Les mêmes remarques s'appliquent aux étamines. On sait que dans les fleurs normales il y a cinq étamines dont deux portent à leur base un prolongement qui s'enfonce dans l'éperon de la corolle. Dans certaines fleurs cléistogames, Mohl a observé que ces deux étamines seules étaient pourvues d'une anthère bien développée, les autres étant réduites à des staminodes. Je n'ai jamais observé de réduction aussi grande. Des coupes transversales m'ont toujours montré les cinq anthères renfermant du pollen. Les deux prolongements nectarifères disparaissent bien entendu en même temps que l'éperon de la corolle. Dans les exemples que j'ai observés, le développement des sacs polliniques n'est pas toujours normal ; j'ai vu souvent certaines étamines réduites ne renfermer que trois ou mêmes deux sacs polliniques, mais je n'ai jamais constaté une réduction plus grande. Nous verrons un peu plus loin que les deux étamines qui correspondent à l'éperon de la corolle jouent dans la fécondation un rôle plus important que les autres ; on ne doit donc pas s'étonner si les réductions observées portent seulement sur les trois autres.

Les étamines sont plus larges et plus longues dans les fleurs normales que dans les fleurs cléistogames ; leur largeur est d'environ 1^{mm} au lieu de $0^{mm}5$, leur longueur est de $2^{m}5$ au lieu de $0^{mm}8$. Les grains du pollen ont à peu près les mêmes dimensions dans les deux cas, quelquefois cependant ils sont un peu plus petits dans les fleurs cléistogames: 20^{mm} au lieu de 25^{mm} par exemple; mais les dimensions peuvent varier d'une fleur à l'autre. De plus, comme nous le verrons tout à l'heure, les parois de l'anthère ont des structures très différentes dans les deux cas. Les fleurs normales ont une assise mécanique développée tout autour des sacs polliniques tandis que, dans les fleurs cléistogames, l'assise sous-épidermique de l'anthère est dépourvue d'épaississements lignifiés ; la déhiscence ne peut donc avoir lieu. On trouve d'ailleurs des cas intermédiaires ; certaines fleurs cléistogames, moins complètement différenciées que les autres, ont en effet dans leur anthère une assise mécanique pourvue d'ornements lignifiés.

Le pistil se compose de trois carpelles dont l'ovaire est normalement développé et renferme un assez grand nombre d'ovules ; mais le style et le stigmate sont extrêmement réduits comme on peut le voir sur la figure 107.

Au milieu de la section transversale du style, on distingue nettement l'épiderme de la face interne de chaque carpelle ; le style est néanmoins plein, les trois carpelles étant venus s'appliquer l'un contre l'autre par leur face interne de façon à ce que les épidermes soient juxtaposés sans être confondus. Les cellules épidermiques se distinguent non seulement à leur disposition mais aussi à leur contenu beaucoup plus épais que dans les cellules voisines. Nous verrons tout à l'heure que les cellules épidermiques constituent le tissu conducteur aussi bien dans le style et le stigmate que dans l'ovaire. A la partie supérieure, le style s'élargit et se recourbe légèrement dans le plan de symétrie de la fleur. Les épidermes internes des carpelles qui étaient simplement juxtaposés se séparent de façon à constituer une sorte de cavité en forme d'entonnoir qui correspond au stigmate (fig. 106 et 107). Les cellules épidermiques qui recouvrent le stigmate ont la même forme que dans le style et ne sont pas allongées en papilles. Le style ne renferme pas de faisceaux libéro-ligneux nullement développés.

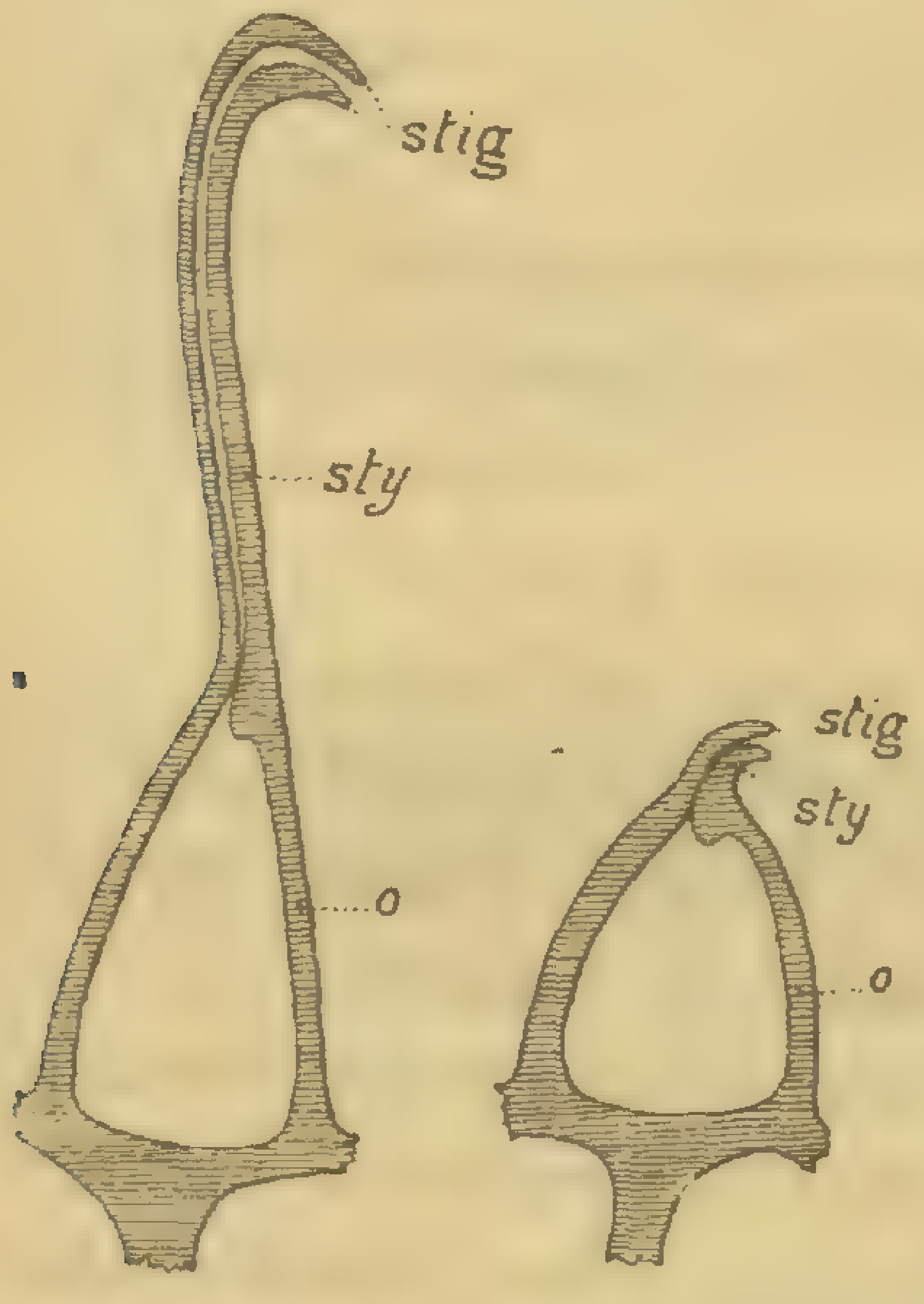


Fig. 106 et 107. — *Viola odorata :* coupes longitudinales schématiques dans un pistil de fleur normale (fig 106) et de fleur cléistogame (fig. 107) au même grossissement (14); *stig*, stigmate ; *sty*, style; *o*, ovaire.

En comparant le pistil d'une fleur cléistogame à celui d'une fleur normale on constate des différences importantes ; il est bien entendu que l'on compare les fleurs arrivées au même état de développement, par exemple au moment de la pollinisation. Les figures 106 et 107 qui sont à la même échelle montrent que le pistil d'une fleur cléistogame est à peu près trois fois plus court que celui d'une fleur normale; $1^{\text{mm}}5$ au lieu de $4^{\text{mm}}5$. La différence porte surtout sur le style qui est extrêmement court dans les fleurs cléistogames. On constate de plus que le style des fleurs normales renferme un faisceau libéro-ligneux qui manque dans les fleurs cléistogames et que, sur presque toute sa longueur, ce style est creux. La cavité cylindrique qui se trouve suivant l'axe est limitée par l'épiderme interne des carpelles qui constitue le tissu conducteur ; en haut elle s'ouvre largement à l'extérieur du côté du stigmate et se rétrécit sur le bas de façon à être complètement oblitérée du côté de l'ovaire. Le pistil représenté par la figure 107 peut être considéré comme un cas extrême ; on peut en effet observer dans des fleurs cléistogames plus ou moins profondément différenciées des intermédiaires entre la figure 106 et la figure 107.

Pollinisation. — Dans les fleurs cléistogames les mieux différenciées, l'assise mécanique, tout en étant formée de cellules plus grandes que les autres cellules parenchymateuses de l'anthère, ne porte pas les épaississements lignifiés qui déterminent l'ouverture de l'anthère ; le pollen reste donc renfermé dans les sacs polliniques. Mais la structure des parois de l'anthère n'est pas la même tout autour des sacs polliniques. A la partie supérieure de chaque sac, comme on le voit sur la figure 108 en *tc*, les cellules de l'épiderme et de l'assise sous-épidermique sont très petites et renferment un protoplasme très épais ; leur aspect rappelle celui des cellules du tissu conducteur dans le style et le stigmate. Nous allons voir le rôle très important que joue dans la pollinisation cette partie des parois de l'anthère.

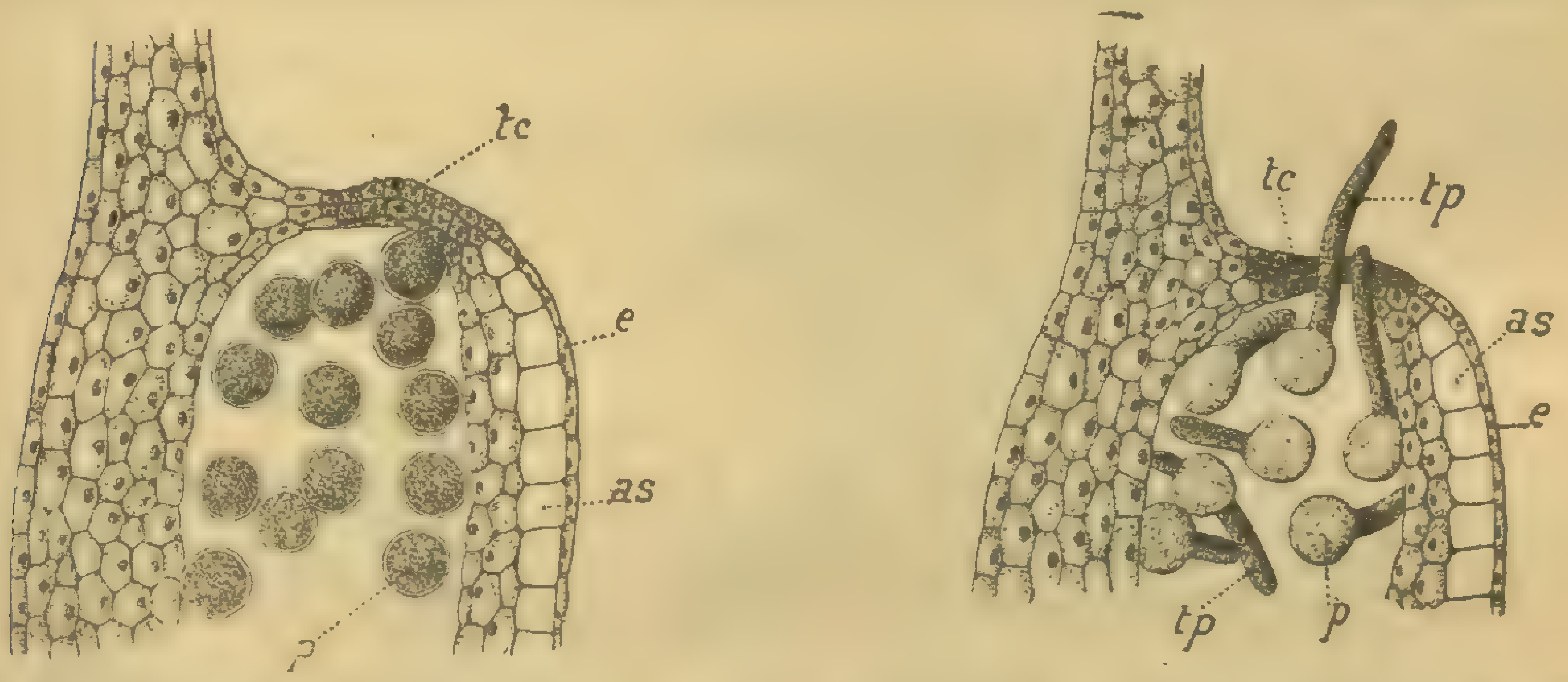


Fig. 108 et 109 — *Viola odorata* : coupe longitudinale dans la partie supérieure d'une anthère, avant (fig. 108) et après (fig. 109) la germination du pollen ; *e*, épiderme ; *as*, assise sous-épidermique ; *tc*, tissu conducteur ; *p*, grain de pollen ; *tp*, tube pollinique.

Après avoir atteint leur complet développement, les grains de pollen peuvent rester un temps variable dans les sacs polliniques sans germer. J'ai même observé certains cas où la germination n'avait pas eu lieu lorsque le pistil avait dépassé le moment de la maturité. Cela tient probablement à la quantité d'eau variable que reçoit le pollen ; la germination ne peut en effet se produire que si les grains ayant atteint leur maturité reçoivent une quantité d'eau suffisante.

Quoi qu'il en soit, lorsque les conditions favorables à la germination sont remplies, chaque grain du pollen émet un, et quelquefois plusieurs tubes polliniques *tp* (fig. 109). La direction de ces tubes paraît absolument quelconque à l'intérieur des anthères. Lorsque la germination est avancée les coupes montrent à l'intérieur des sacs un enchevêtrement très irrégulier des tubes polliniques. Lorsqu'un tube est arrivé au contact des parois de l'anthère, il rampe le long de ces parois, mais c'est seulement dans la région *tc* où les cellules sont petites et bourrées de protoplasma que le tube pollinique perfore les parois de l'anthère et arrive ainsi à l'extérieur.

Les tubes polliniques ainsi sortis de l'anthère se trouvent dans le voisinage immédiat du stigmate comme l'indique la fig. 110; ceux d'entre eux qui arrivent au contact du tissu conducteur formé par l'épiderme *tc* de ce stigmate (fig. 110) continuent à se développer et, en suivant le tissu conducteur du style et de l'ovaire, arrivent jusqu'à l'ovule. En se recourbant dans le plan de symétrie de la fleur, le stigmate vient se placer entre deux anthères, celles précisément qui dans les fleurs normales partent des appendices nectarifères. Ces deux anthères sont les mieux placées pour assurer la fécondation, et d'ailleurs ce sont en général les mieux développés; les autres présentent souvent une réduction dans le nombre des sacs polliniques.

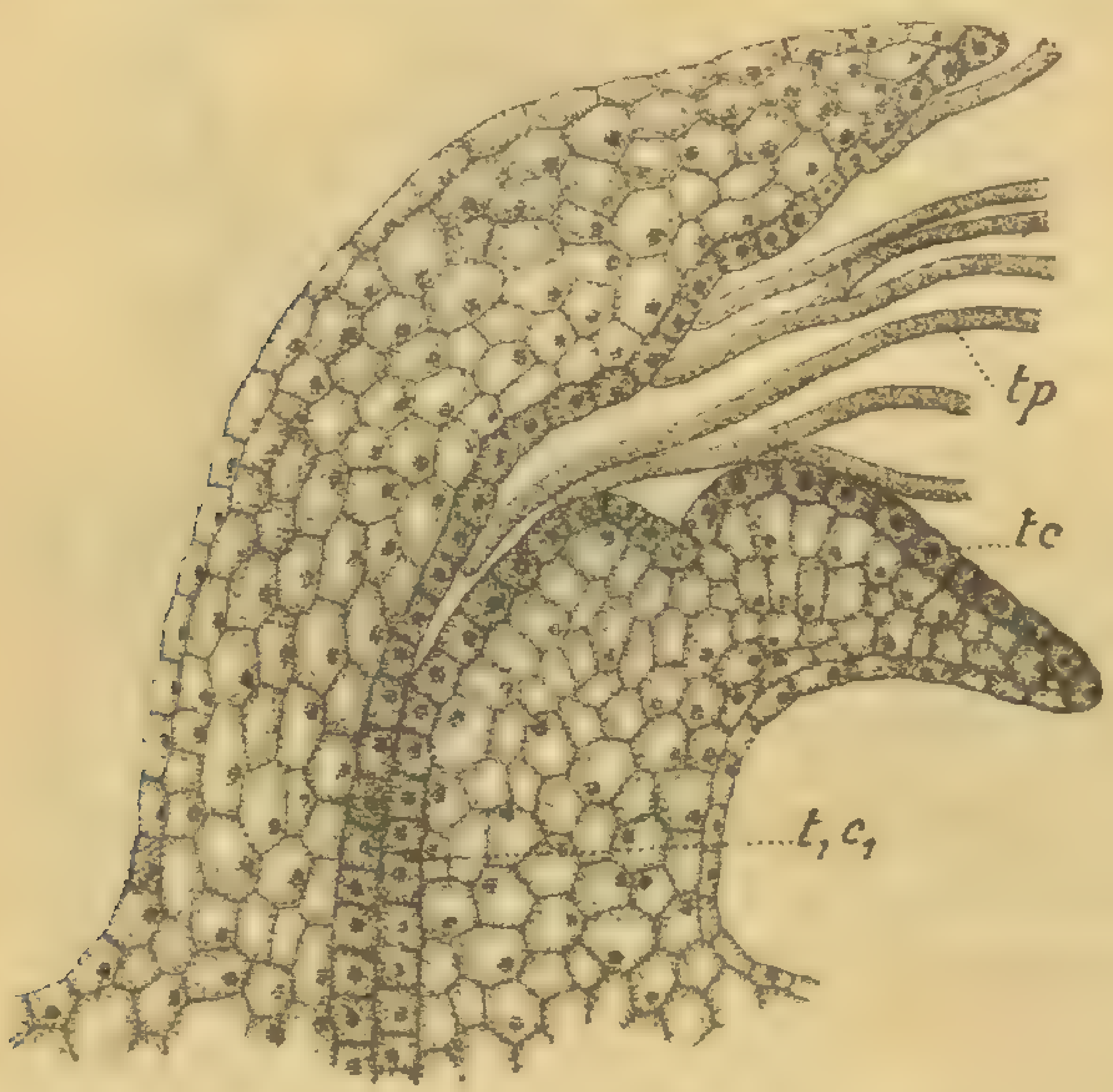


Fig. 110. — *Viola odorata*: coupe longitudinale dans le stigmate au moment de la pollinisation; *tc*, t_1c_1, tissu conducteur du stigmate et du style; *tp*, tube pollinique.

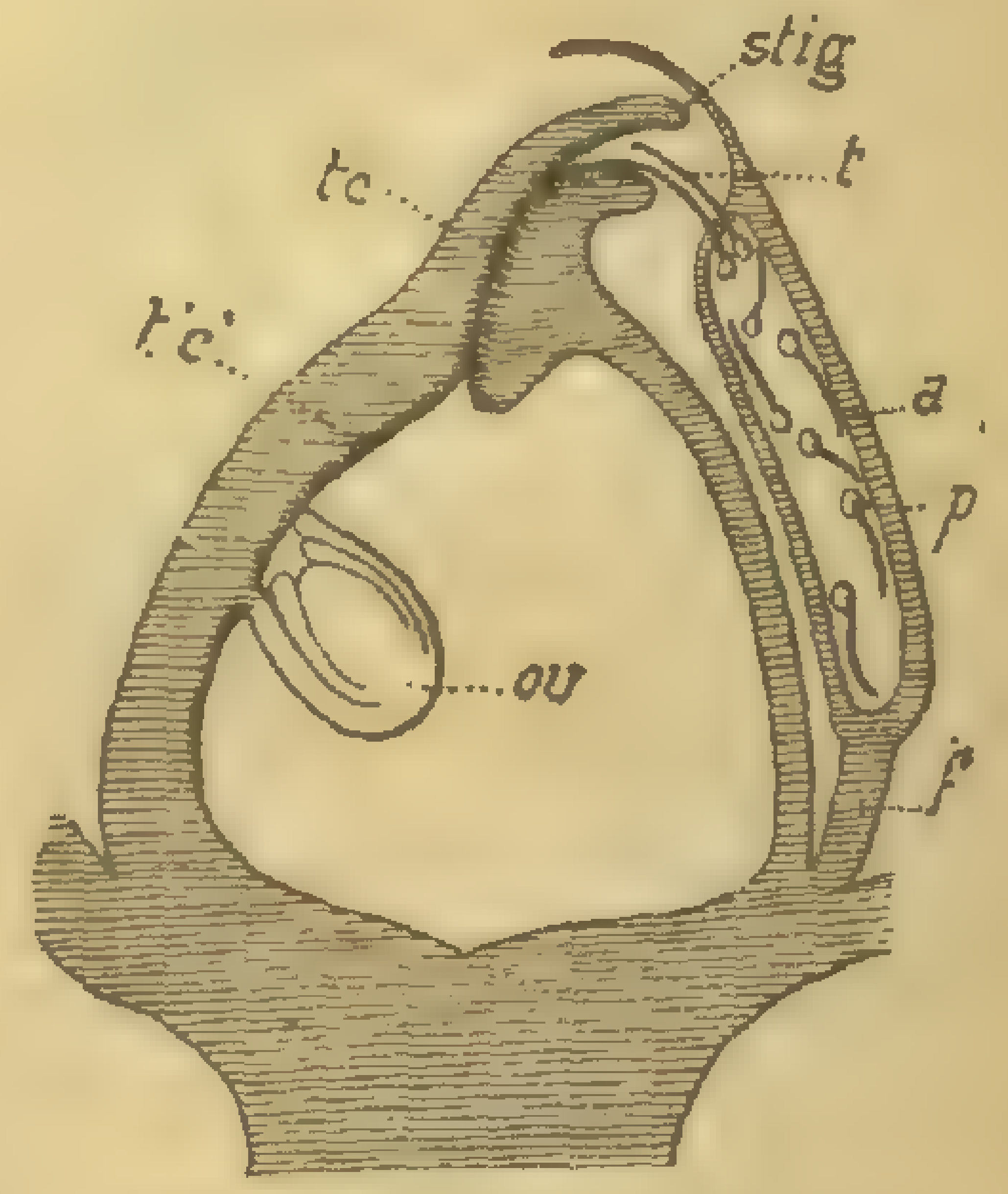


Fig. 111. — *Viola odorata*: coupe longitudinale schématique dans un pistil et une étamine de fleur cléistogame; *stig*. stigmate.

Les petites cellules *tc* (fig. 108 et 109) de la paroi de l'anthère jouent donc un rôle tout à fait comparable à celui du tissu conducteur du stigmate et du style ; les matières nutritives qu'elles renferment attirent en quelque sorte les tubes polliniques et déterminent leur sortie à l'extérieur des sacs. On peut dire que les cellules qui sont ainsi traversées par les tubes polliniques constituent le *tissu conducteur* de l'anthère. Au point de vue de la pollinisation, le tissu conducteur remplace l'assise mécanique en permettant au tube pollinique de sortir de l'anthère. L'assise mécanique telle qu'elle fonctionne ordinairement constitue une adaptation à une atmosphère relativement sèche et permet la fécondation croisée aussi bien que l'autofécondation ; le tissu conducteur au contraire est une adaptation en rapport avec l'atmosphère humide où se trouvent les étamines dans les fleurs cléistogames et rend la fécondation croisée absolument impossible.

OXALIS ACETOSELLA

Les fleurs cléistogames d'*Oxalis acetosella* sont très nombreuses et apparaissent après les fleurs ordinaires ; pendant une certaine période cependant, vers le mois de juin, on trouve en même temps des fleurs cléistogames et des fleurs ordinaires.

Dans toutes les fleurs cléistogames que j'ai observées le diagramme était complet. Les anthères sont disposées autour du stigmate de façon à ce que leur partie inférieure soit à peu près au niveau de la partie supérieure du stigmate. Au moment de la maturité du pollen, les parois des sacs polliniques se composent de deux assises de cellules : l'épiderme et l'assise sous-épidermique. Jusqu'à la maturité complète de l'anthère ces cellules conservent un protoplasma épais et un noyau volumineux ; aucun épaississement lignifié n'apparaît sur les membranes de l'assise sous-épidermique qui correspond à l'assise mécanique. On reconnaît là les caractères du tissu conducteur décrit plus haut dans l'anthère de la Violette ; mais ici le tissu conducteur, au lieu d'être localisé à la partie supérieure de l'anthère, s'étend tout le long des sacs polliniques du côté du stigmate. Les grains du pollen mur ont environ de 16^{mm} à 20^{mm} de diamètre et sont sensiblement plus petits que les grains des fleurs ordinaires qui atteignent généralement 30^{mm} de diamètre. Nous verrons d'ailleurs que pendant leur germination les grains de pollen des fleurs cléistogames augmentent sensiblement de diamètre.

Le pistil des fleurs cléistogames d'*Oxalis* diffère surtout de celui des fleurs ordinaires par le style et le stigmate (fig. 112 et 113). Dans les deux cas les ovaires sont soudés et les cinq styles sont distincts. Mais les styles des fleurs cléistogames sont courts, l'extrémité est couverte de papilles qui constituent le stigmate; puis tout le long de la face interne de chaque style (fig. 115), les cellules superficielles *tc* forment le tissu conducteur qui s'étend depuis le stigmate jusqu'à l'ovaire; ces cellules s'allongent un peu en papilles, ont un contenu plus épais que les cellules voisines et des parois légèrement gélifiées. A leur base, les styles se soudent entre eux; le tissu conducteur occupe alors l'axe de ce style unique, puis se divise en cinq branches dont chacune pénètre dans une loge de l'ovaire et se dirige le long du placenta jusqu'aux ovules.

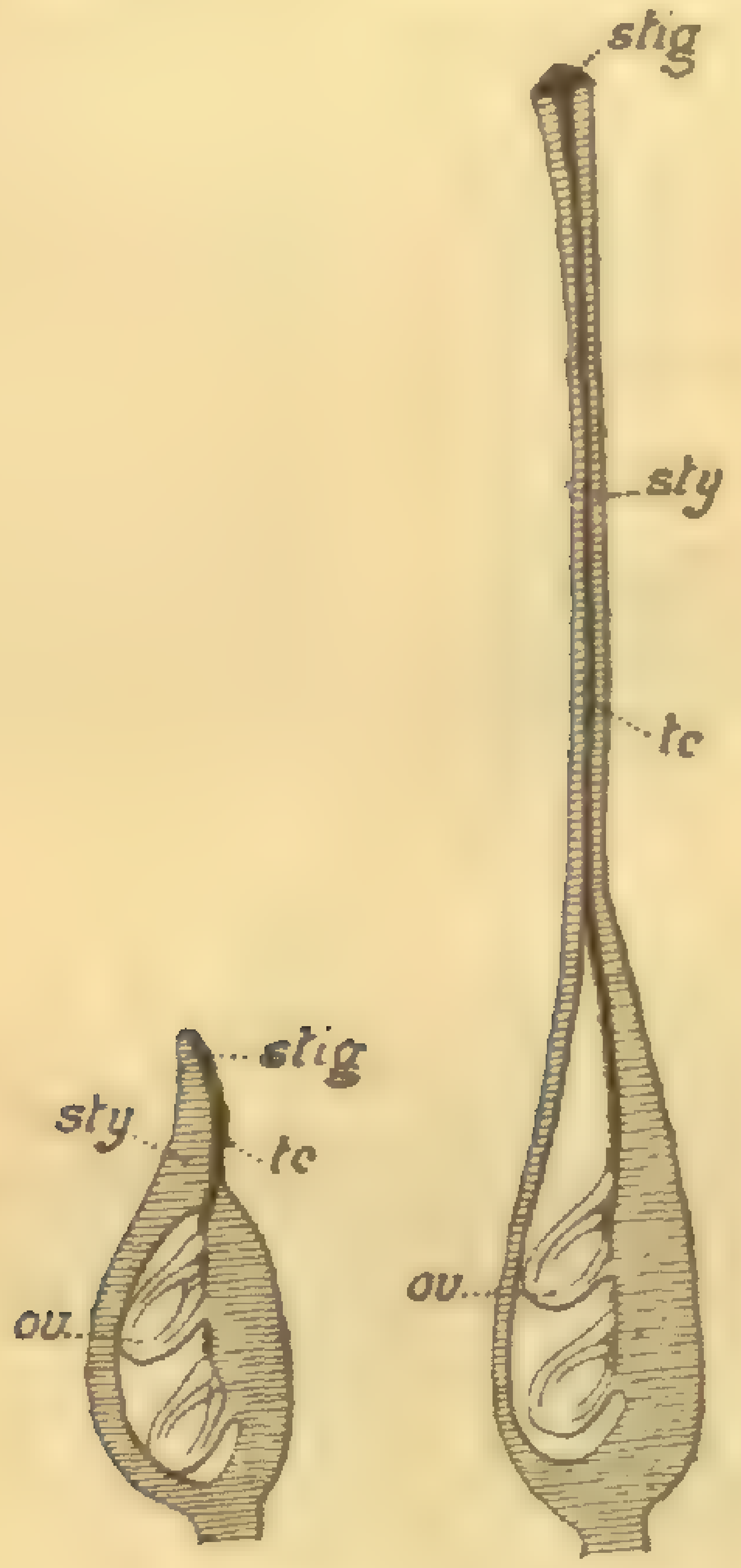


Fig. 112 et 113 — *Oxalis acetosella*: coupes longitudinales schématiques passant par le plan de symétrie d'un carpelle de fleur ordinaire (fig. 113) et de fleur cléistogame (fig. 112); *stig.* stigmate; *sty.* style; *tc.* tissu conducteur; *ov.* ovule.

Le style des fleurs ordinaires est beaucoup plus long. Le stigmate est toujours constitué par des cellules épidermiques allongées en papilles; mais le tissu conducteur est à l'intérieur du style (fig. 114) et non plus à la surface. Quand on fait une coupe transversale dans un style, avant l'épanouissement de la fleur, on voit qu'il est composé d'un tissu plein; mais bientôt, tout le long de l'axe (fig. 114), des cellules se désagrègent et constituent un tissu conducteur interne. Il en résulte à l'intérieur de chaque style une sorte de canal qui se prolonge à sa partie inférieure par la cavité du carpelle correspondant.

Le pollen, comme on le sait, germe à l'intérieur des sacs polliniques; les grains grossissent à ce moment et leur diamètre qui était à peine de 20 μ peut atteindre et même dépasser 30 μ. Les grains arrivent ainsi au contact les uns des autres, s'aplatissent les uns contre les autres et une coupe faite à ce moment dans l'ensemble de l'anthère montre à l'intérieur de chaque sac comme une sorte de faux-tissu.

Les tubes polliniques sortent de l'anthère (fig. 116) en travers les parois dans une région où l'épiderme et l'assise sous-épidermique ont conservé leur protoplasma et leur noyau ; il semble qu'il y ait perforation des parois et non pas seulement écartement des cellules; les choses se passent comme lorsque, dans les fleurs ordinaires, le tube pollinique perfore les parois des cellules du stigmate. La partie du tube pollinique qui reste à l'intérieur du sac est moins longue que dans la Violette où l'on voit des tubes ramper contre les parois du sac sur une assez grande longueur avant de sortir ; cette différence tient sans doute à ce que dans la Violette le tissu conducteur est localisé au sommet de l'anthère et que c'est seulement là que les tubes polliniques perforent la paroi ; tandis que dans l'*Oxalis*, le tissu conducteur s'étendant tout le long des sacs, les tubes polliniques rencontrent plus facilement un point favorable à leur sortie.

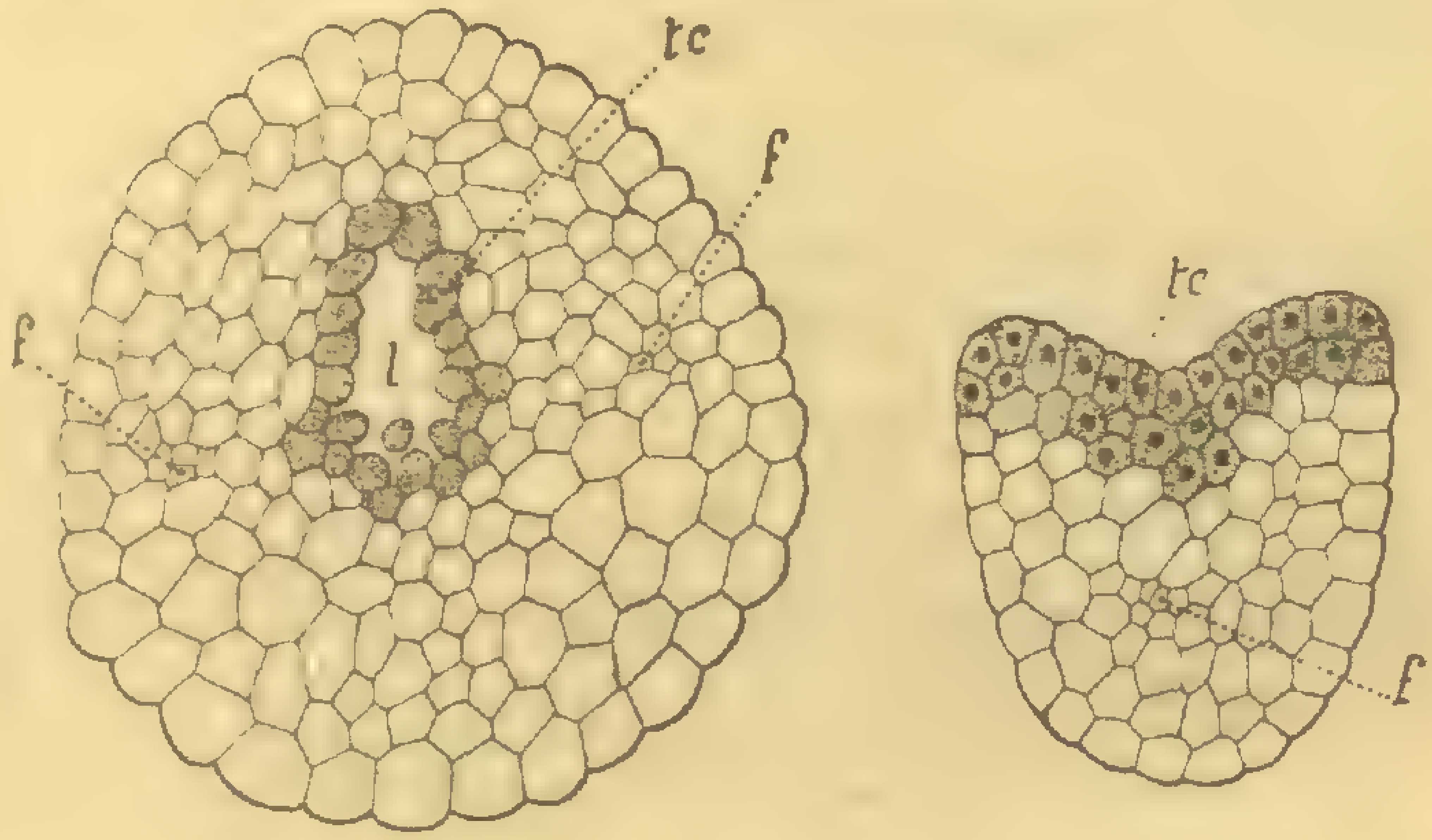


Fig. 114 et 115. — *Oxalis acetosella* : coupes dans un style de fleur ordinaire et de fleur cléistogame ; *t c*, tissu conducteur ; *f*, faisceaux.

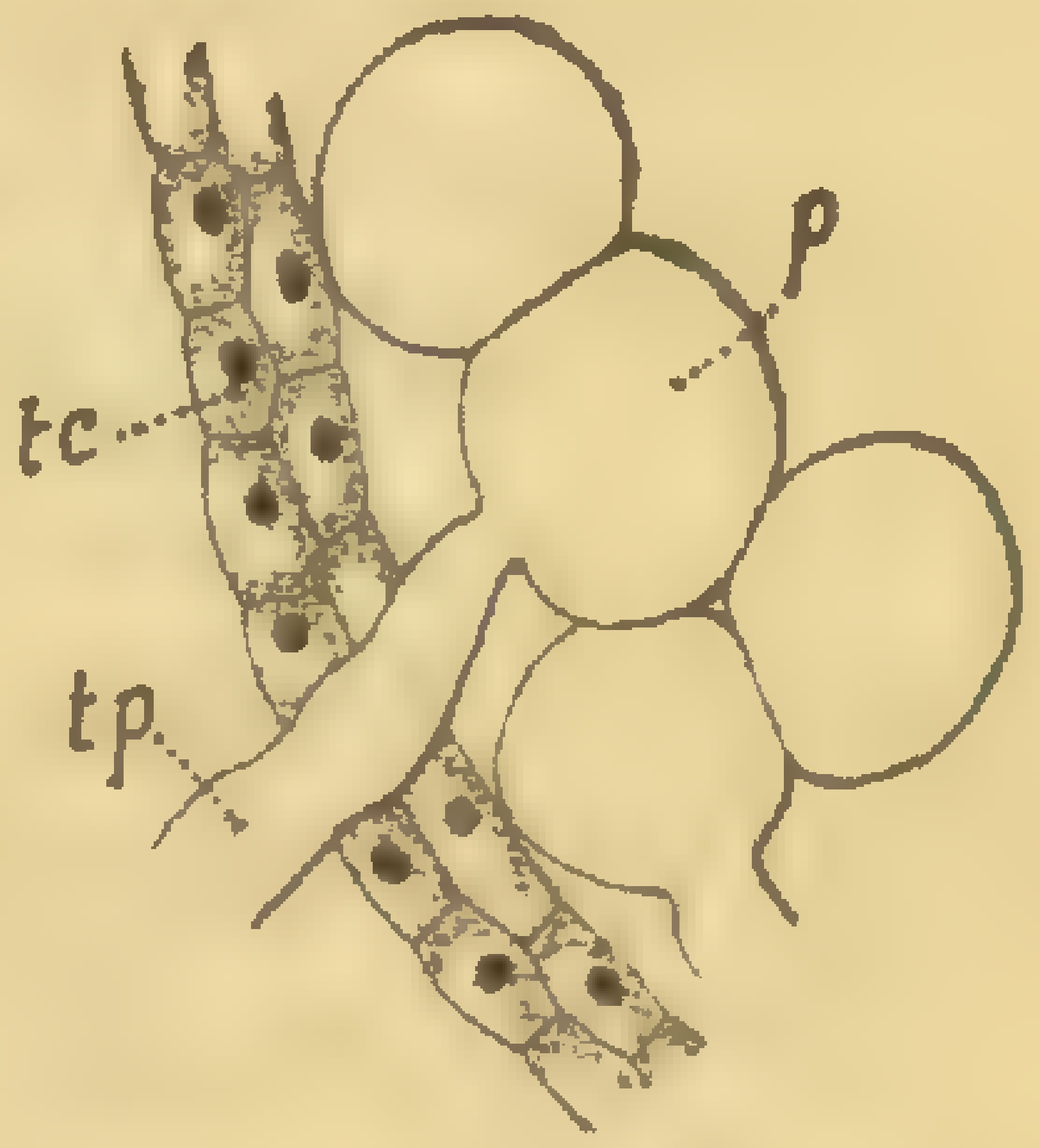


Fig. 116. — *Oxalis acetosella* : coupe longitudinale dans une partie de l'anthère ; *t c*, parois de l'anthère ; *p*, grain de pollen ; *t p*, tube pollinique.

Une fois hors de l'anthère, le tube pollinique se dirige vers le stigmate et atteint ensuite les ovules en suivant le tissu conducteur.

LINARIA SPURIA

Depuis longtemps déjà Michalet (1) a attiré l'attention sur les fleurs cléistogames de *Linaria Spuria*; plus récemment M. Hœckel (2) a publié sur ce sujet un travail où il signale la germination du pollen à l'intérieur même des anthères, ce qui indiquerait des fleurs cléistogames très nettement différenciées. Mais les enveloppes florales, tout en étant de petites dimensions et presque incolores, ont à peu près la même forme et la même disposition que dans les fleurs normalement épanouies. Il existe néanmoins une tendance à la symétrie axile ; on avait déjà observé la disparition à peu près complète de l'éperon et l'égalité de longueur des quatre étamines. J'ai constaté de plus que la cinquième étamine était toujours représentée par un filet aussi développé que celui des étamines fertiles, tandis que dans les fleurs normales on ne voit qu'une petite languette beaucoup plus courte que les étamines.

En examinant un certain nombre de pieds de Linaire au mois d'août ou de septembre on peut trouver toute une série d'intermédiaires entre les fleurs normales et les fleurs tout à fait cléistogames qui ne s'épanouissent pas et s'enfoncent dans la terre. Ces dernières fleurs se trouvent ordinairement sur de petits rameaux spéciaux qui naissent tardivement près du collet de la tige ; mais comme l'a remarqué M. Hœckel on peut en observer aussisur les branches principales.

En faisant des coupes dans les fleurs cléistogames les mieux différenciées on voit que les anthères, au lieu d'être rapprochées sous la lèvre supérieure de la corolle et presque soudées entre elles par les poils qu'elles portent, sont régulièrement disposées tout autour du style et ne portent qu'une petite touffe de poils à leur partie inférieure. Dans toutes les fleurs que j'ai examinées l'assise mécanique était différenciée, mais pas toujours sur toute l'étendue des parois de l'anthère. Dans le voisinage de la cloison qui sépare deux sacs polliniques voisins, et surtout du côté des deux sacs les plus rapprochés du plan médian de l'anthère, l'assise sous-épidermique reste parenchymateuse et ne présente pas les caractères d'une assise mécanique. Le style est beaucoup plus court que dans les fleurs normales ; le stigmate dépasse à peine la partie supérieure des anthères. Cette disposition des fleurs semble favorable à la germination du pollen à l'intérieur des anthères et à la pollinisation telle qu'elle s'opère dans les fleurs cléistogames. Je n'ai cependant jamais observé dans les fleurs de Linaire des grains de pollen germant à l'intérieur de l'anthère. J'ai même vu, dans des fleurs à corolle entièrement closes et qui paraissaient bien cléistogames, des anthères ouvertes et des grains de pollen arrêtés sur le stigmate. La pollinisation s'opérerait donc comme dans les fleurs ordinaires ; il y aurait seulement autofécondation nécessaire à cause du non épanouissement de la corolle.

---

(1) Michalet : Bulletin de la Société botanique de France, 1860, t. VII, p. 468.

(2) Hœckel : Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, 1890, t. XXII, p. 158.

Je ne crois cependant pas pouvoir conclure de ces observations que jamais le pollen ne germe dans ces anthères. On a vu dans l'étude des fleurs de Violette que les fleurs où le pollen germait dans l'anthère étaient en quelque sorte le dernier terme de la transformation progressive des fleurs ordinaires en fleurs cléistogames. Dans la Linaire, la même transformation s'est produite, mais moins complètement ; les fleurs cléistogames sont moins différenciées ; peut-être aussi les fleurs que j'ai étudiées n'étaient-elles pas les mieux caractérisées en tant que fleurs cléistogames. D'ailleurs l'été 1899 où j'ai fait mes observations a été extrêmement sec dans le Midi de la France, et c'est là une condition qui ne paraît pas propice au développement des fleurs cléistogames et qui favorise au contraire l'ouverture des anthères possédant une assise mécanique quelque peu spécialisée. Je considère donc comme probable que dans des conditions différentes la germination du pollen dans l'anthère aurait pu être observée.

LEERSIA ORYZOIDES

Les fleurs de cette plante ont été signalées par Duval-Jouve comme pouvant être cléistogames. Il arrive souvent en effet que les inflorescences restent cachées dans la gaîne des feuilles à l'aisselle desquelles elles se sont produites; il semble alors que la plante ne porte pas de fleurs, et néanmoins la fécondation a lieu et les graines mûrissent comme dans les cas où l'inflorescence sort de la gaîne. De plus, si l'on examine une fleur, on voit que les deux glumelles ne s'écartent pas l'une de l'autre et restent toujours réunies entre elles par leur bord, et cela aussi bien dans les fleurs qui restent cachées dans la gaîne que dans celles qui en sortent; les fleurs restent donc en quelque sorte à l'état de bouton, et les fruits même complètement mûrs restent renfermés dans les glumelles. C'est du moins ainsi que les choses se sont passés dans tous les cas que j'ai observés. Le fait que les fleurs sortent ou non de la gaîne n'a donc qu'une importance secondaire, puisque dans tous les cas les parties essentielles de la fleur restent renfermées dans les glumelles. A ce point de vue les fleurs de *Leersia* conservent même le caractère cléistogame plus longtemps que celles de Violette puisque dans ces dernières plantes le fruit écarte les sépales et devient apparent peu après la fécondation.

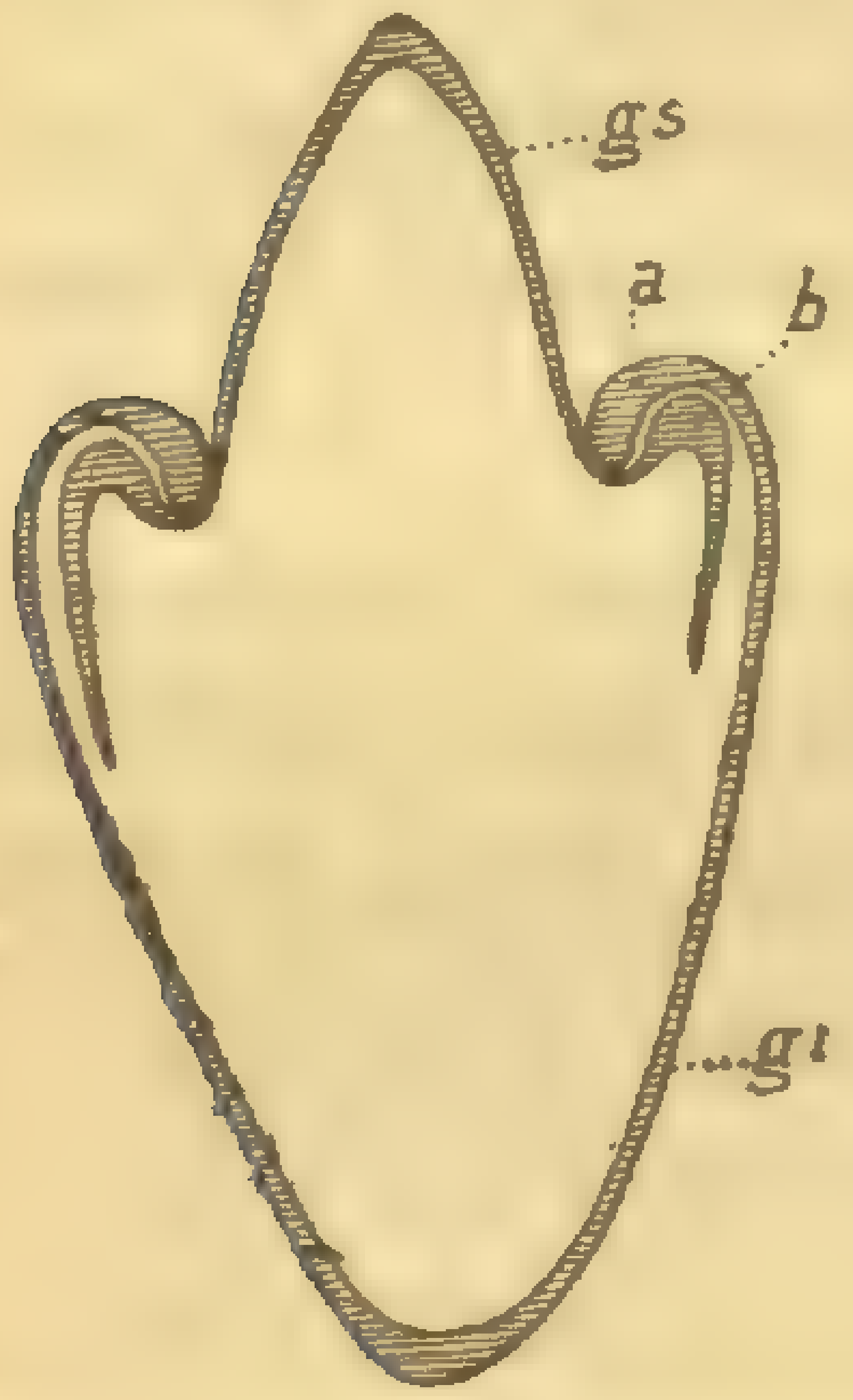


Fig. 117. – *Leersia orizoïdes ;* coupe transversale dans l'ensemble des glumelles ; *gs*, glumelle supérieure ; *gi*, glumelle inférieure ; *a* et *b*, parties recourbées des glumelles qui s'accrochent l'une à l'autre.

J'ai cherché à voir comment s'opérait la pollinisation et, comme dans les exemples précédents, j'ai fait des coupes dans l'ensemble de la fleur; la dureté des glumelles est une grande difficulté et rend presque impossible l'obtention des coupes en séries. En examinant des coupes transversales j'ai d'abord été frappé par la façon dont les deux glumelles restent réunies entre elles. Le bord de la glumelle inférieure s'enfonce dans un repli de la glumelle supérieure. La figure 117 représente cette disposition en section transversale. On comprend dès lors comment les deux glumelles restent adhérentes entre elles ; d'ailleurs l'existence de faisceaux de fibres très résistantes le long des lignes suivant lesquelles les glumelles adhèrent, rend leur adhérence encore plus forte. On déchire les glumelles plutôt que de les séparer l'une de l'autre.

Les fleurs de *Leersia* restent donc fermées pour une raison en quelque sorte mécanique. Quant aux étamines, leur nombre comme on le sait est variable, certaines fleurs n'en renferment qu'une, d'autres en ont jusqu'à six. L'assise mécanique est régulièrement développée dans les parois de l'anthère et la déhiscence s'effectue comme dans les fleurs qui ne sont pas cléistogames. Le stigmate, plumeux comme dans les autres Graminées, se termine à peu près à la même hauteur que les anthères; le pollen peut ainsi facilement arriver au contact des poils qui terminent le stigmate; j'ai observé plusieurs fois des grains de pollen arrêtés sur le stigmate.

La pollinisation s'effectue donc ici de la façon ordinaire : les grains de pollen sortent de l'anthère et vont germer sur le stigmate. On ne retrouve pas les particularités qui caractérisent les fleurs cléistogames proprement dites telles que celles de la Violette où le pollen germe dans l'anthère qui reste fermée. D'ailleurs dans le *Leersia* on n'observe pas deux sortes de fleurs, toutes présentent les mêmes caractères. La seule particularité qui puisse rapprocher ces fleurs des fleurs cléistogames est la disposition des glumelles qui restent réunies par leurs bords. L'autofécondation est ainsi assurée. Néanmoins il ne me semble pas qu'il y ait lieu de considérer les fleurs de *Leersia* comme cléistogames.

Les quelques observations qui précèdent montrent qu'il existe tous les intermédiaires entre une fleur normale et une fleur cléistogame proprement dite. Un des caractères les plus importants des fleurs cléistogames est la germination du pollen à l'intérieur même des sacs polliniques. J'ai montré que dans ce cas la structure de l'anthère a subi certaines modifications en rapport avec ce nouveau mode de pollinisation. L'assise sous-épidermique, dans les fleurs ordinaires, porte des épaississements lignifiés qui déterminent la déhiscence de l'anthère. Dans les fleurs cléistogames, au contraire, l'épiderme et l'assise sous-épidermique des parois des sacs polliniques conservent jusqu'à la maturité du pollen, leur protoplasme et leur noyau; les épaississements lignifiés de l'assise mécanique ne se forment pas. Dans une certaine région des sacs polliniques, les cellules des parois présentent des caractères particuliers; elles sont petites, renferment un noyau relativement volumineux, un protoplasme épais et constituent ce qu'on peut appeler le *tissu conducteur* de l'anthère. C'est en traversant ce tissu que le tube pollinique qui a commencé à se former à l'intérieur même de l'anthère sort des sacs polliniques et peut arriver jusqu'au stigmate. Dans les Violettes, le tissu conducteur de l'anthère forme une plage très nette à la partie supérieure de chaque sac pollinique; dans les *Oxalis*, il s'étend tout le long des sacs, mais est moins différencié par rapport aux cellules voisines. Dans les fleurs cléistogames de *Linaria Spuria* et de *Leersia* où je n'ai pas observé la germination du pollen à l'intérieur de l'anthère, les parois des sacs polliniques conservent la même structure que dans les fleurs ordinaires.

SUR LA MEMBRANE DE L'HYDROLEUCITE

par M. Vital BOULET.

Malgré les recherches nombreuses dont les hydroleucites ont été l'objet, il semble qu'on ne soit point encore définitivement fixé sur leur nature. Pour les uns, ce sont de simples lacunes du protoplasme, remplies de suc cellulaire, plus ou moins nombreuses suivant l'âge de la cellule limitée par une couche plus dense du protoplasme, comparable à la couche membraneuse périphérique, mais qui, pas plus qu'elle, n'a de véritable autonomie. Le nom de *vacuoles* qu'on leur a donné s'adapte bien à cette conception. C'est l'opinion de MM. Pfeffer, Bokorny, etc. Pour les autres, au contraire, l'hydroleucite n'est pas une simple lacune, c'est une partie morphologique du corps de la cellule, une sorte de vésicule avec membrane différenciée, ayant son individualité propre, et le rôle prédominant qu'elle joue dans les phénomènes osmotiques lui a valu le nom de *Tonoplaste*. C'est l'opinion de MM. de Vries, Went, et de M. Van Tieghem qui, en outre, assimile les vacuoles aux leucites. Ces leucites ne sont pas pleins mais creusés au centre d'une cavité contenant de l'eau et diverses matières dissoutes, cavité désignée souvent sous le nom de *vacuoles* : ce sont les hydroleucites. L'observation suivante me paraît en conformité avec cette deuxième théorie.

La tonicité des cellules d'une feuille d'Elodée détachée de sa tige à l'état de vie manifeste et abandonnée à la désorganisation dans l'eau où elle vivait, s'accroît avec le temps (1).

Si, au moyen d'une solution d'azotate de potassium de concentration moyenne (6 °/₀), on détermine la plasmolyse des cellules de cette feuille, on observe trois dispositions principales des éléments de la cellule, selon le degré de désorganisation.

1. Dans la cellule intacte, le protoplasme se contracte régulièrement autour de l'hydroleucite en une masse sphérique ou

---

(1) C. R. Acad. Sc., 25 sept. 1899.

ellipsoïde (Fig. 118). Les chloroleucites *chl*, se groupent en un amas situé généralement à l'un des pôles de cette masse, et le tout est limité par la membrane periplasmique *mp*. L'hydroleucite est très difficilement visible.

2. Un important stade de la désorganisation se traduit par le fait que la cellule ne plasmolyse plus, même dans les solutions très concentrées, vraisemblablement parce que la membrane périplasmique est détruite. Le protoplasme forme une masse granuleuse, disposée quelquefois en traînées plus ou moins nettes, et dans laquelle les chloroleucites sont épars (Fig. 119). Mais l'hydroleucite *hyd*, et par cela même isolé, et devient nettement visible. A ce stade d'ailleurs, les cristaux *cr*, que j'ai décrits (1) ont déjà pris naissance ou se sont multipliés, et ils deviennent facilement observables dans la cavité de l'hydroleucite où ils sont tous localisés.

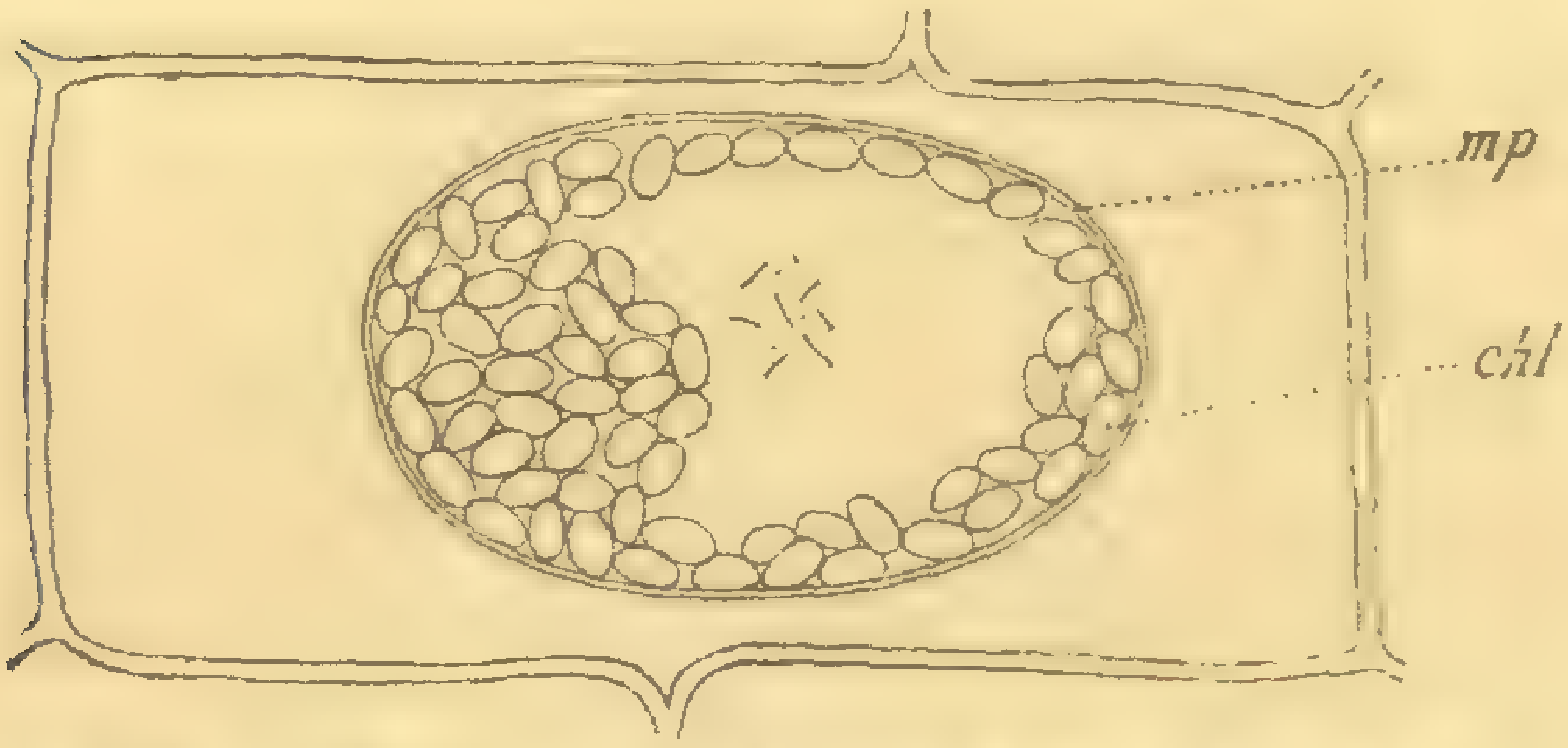


Fig. 118. — Chloroleucites groupés en un amas situé à l'un des pôles de la masse protoplasmique.

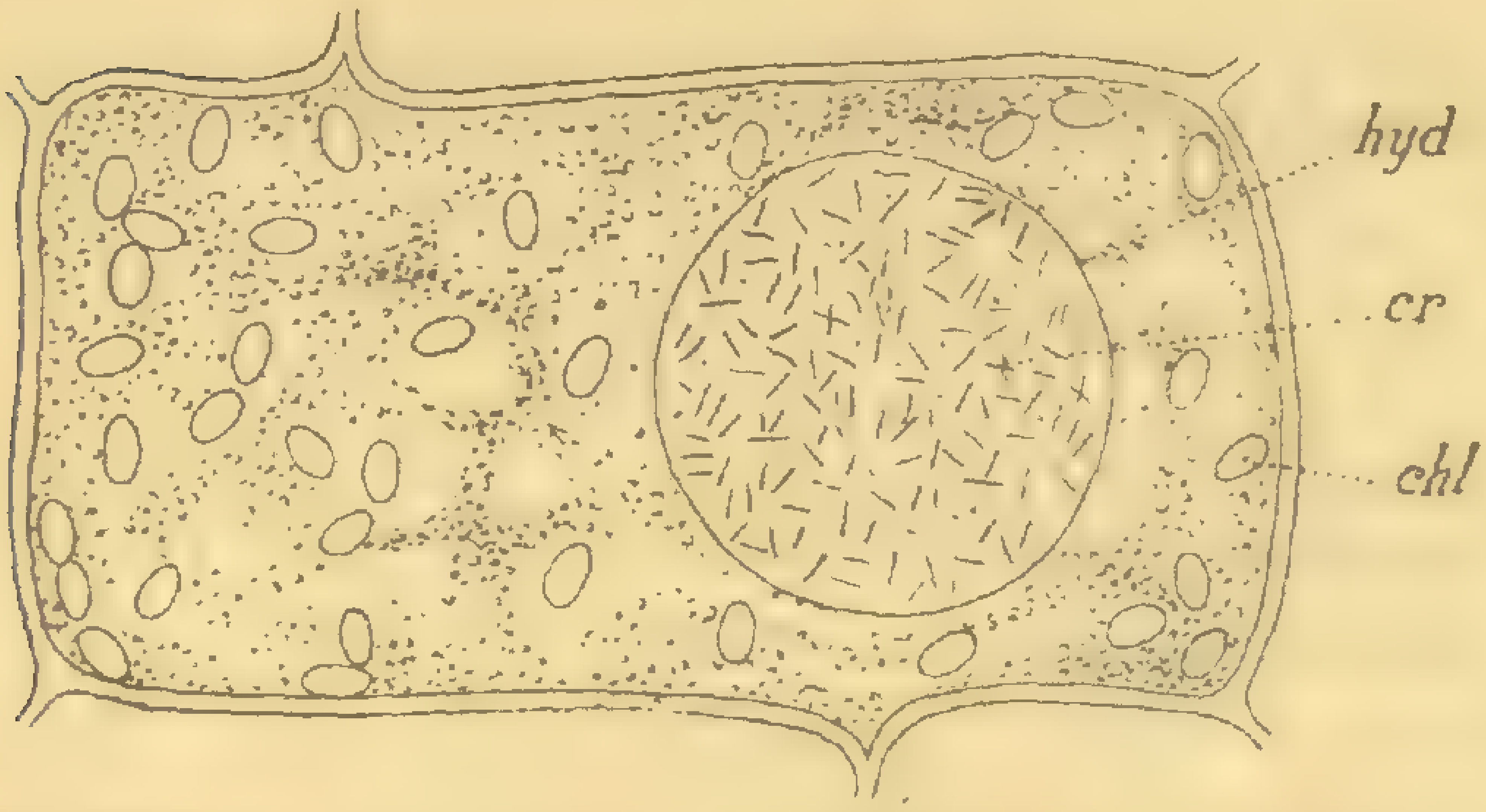


Fig. 119. — Chloroleucites épars dans la masse granuleuse du protoplasma; l'hydroleucite est nettement visible.

3. Enfin dans un état de désorganisation plus avancé, l'hydroleucite paraît remplir toute la cavité cellulaire, refoulant contre les parois les débris du protoplasme et les chloroleucites profondément altérés.

Le stade moyen est surtout instructif. L'hydroleucite est parfaitement isolé. Il est unique dans les cellules courtes; il y en a deux, rarement trois, dans les cellules allongées.

---

(1) Loc. cit.

Il est d'ailleurs probable que les nombreuses vacuoles que l'on décrit dans les cellules intactes, ne sont point distinctes les unes des autres. Les trabécules protoplasmiques qui les séparent, sont, le plus souvent, non point des surfaces, mais les cordons d'un réseau protoplasmique à travers les mailles duquel on aperçoit des parties de l'hydroleucite. Cette disposition est facile à observer quand, après l'altération du protoplasme, ces cordons ont perdu leur homogénéité et ne sont plus formés que d'une partie très fluide chariant des granules. Il est limité par une ligne fort nette mais dont on soupçonne plutôt qu'on ne le voit, même aux plus forts grossissements, le double trait mesurant l'épaisseur. En sorte que les partisans de la première théorie seraient en droit de nier l'existence d'une membrane propre et de ne voir dans la forme régulière de l'hydroleucite, que le résultat des tensions capillaires. Mais, si l'on fait passer sur la préparation un acide très dilué, on observe une brusque solidification, une sorte de coagulation instantanée de la membrane de l'hydroleucite qui perd en même temps sa forme régulière (Fig. 120). En outre, cette membrane ainsi modifiée conservant sans doute quelques propriétés osmotiques, un léger gonflement de l'hydroleucite se produit, mais il est immédiatement suivi d'une rupture de la membrane, et par les déchirures ainsi produites, les cristaux s'échappent sortant un à un, comme entraînés par le suc de l'hydroleucite qui se répand au dehors et les dissémine dans la cavité cellulaire où ils sont rapidement dissous si l'on a employé les acides sulfurique ou chlorhydrique. Puis, la membrane de l'hydroleucite se plisse, s'affaisse sur elle-même et devient bientôt méconnaissable.

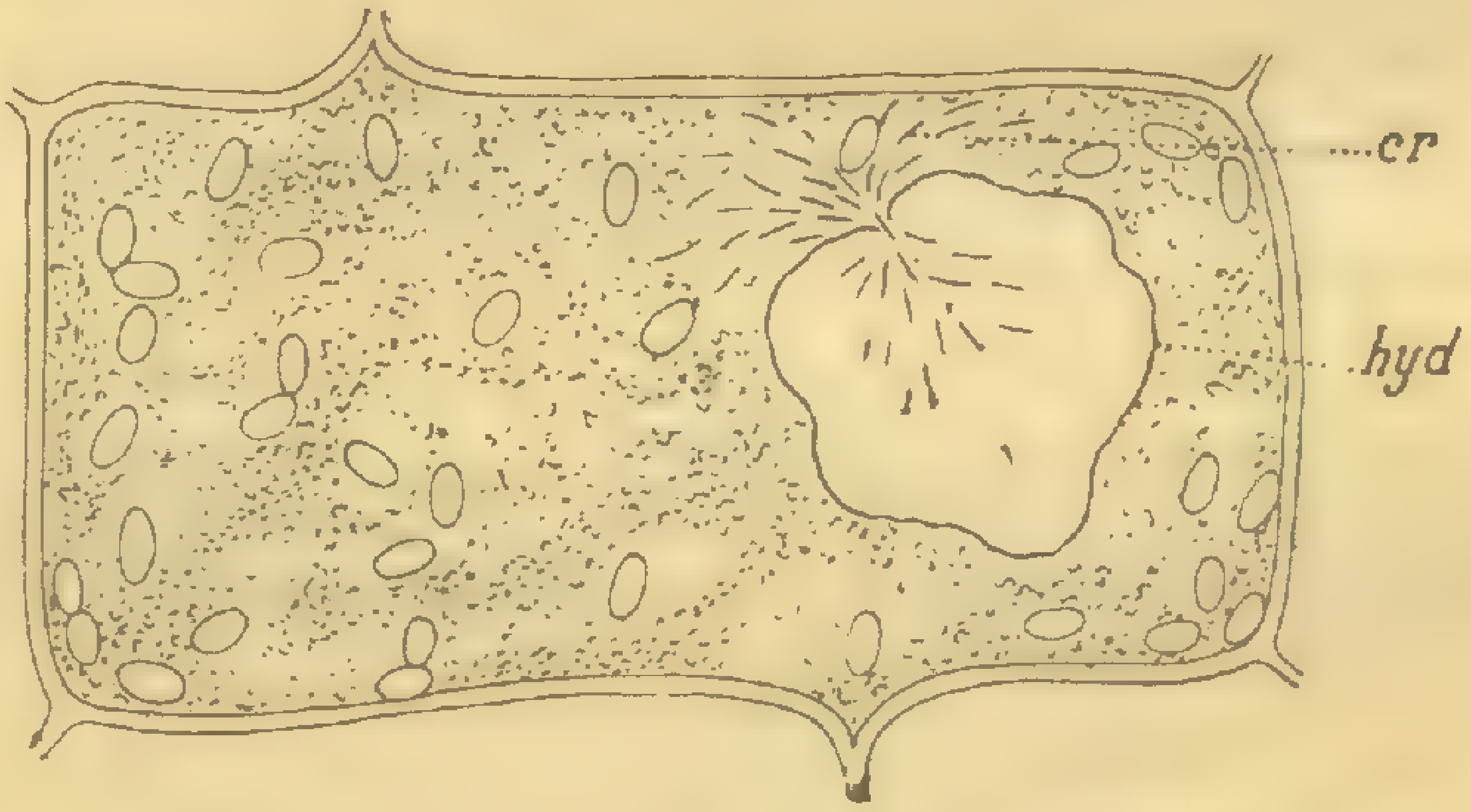


Fig. 120. — Solidification de la membrane de l'hydroleucite sous l'action d'un acide dilué. Cette membrane est déchirée sur un point et les cristaux s'échappant un à un se disséminent dans la cavité cellulaire.

Il me semble que dans cette observation quelques faits militent fortement en faveur de la théorie de l'individualité de l'hydroleucite. 1° Les cristaux sont toujours localisés dans l'hydroleucite, et, malgré les mouvements browniens dont ils sont animés, ils n'arrivent jamais à s'en échapper, comme si une membrane invisible les séparait de la masse environnante. D'ailleurs cette membrane limitante ne saurait appartenir au protoplasme, puisque l'hydroleucite et son contenu sont particulièrement visibles quand le protoplasme a subi une altération assez profonde pour que sa couche externe soit désorganisée. 2° L'action des acides, par une sorte de coagulation, sans doute, met cette membrane en évidence. On pourrait objecter peut-être que l'action coagulante du liquide acide ne s'est exercée que sur la périphérie de la « vacuole », déterminant ainsi la production d'une mince pellicule qui protège l'intérieur contre la persistance de l'action. Mais il serait dès lors inexplicable que le liquide qui s'échappe par les lignes de rupture et qui vient ainsi au contact de l'acide dans la cavité cellulaire n'en éprouvât aucune action. On serait dès lors conduit à admettre que la partie périphérique n'a pas la même constitution que la partie centrale, mais ce serait admettre aussi, et implicitement, l'existence d'une membrane, sur l'état physique de laquelle il serait d'ailleurs téméraire de préjuger.

(Travail fait au laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Paris).

CAS DE VIRESCENCE ET DE FASCIATION

D'ORIGINE PARASITAIRE

par M. Marin MOLLIARD.

Si la tératologie végétale est riche de documents, il s'en faut que l'on soit souvent renseigné sur la cause des nombreuses anomalies enregistrées; parmi ces causes il en est une qui semble particulièrement importante, c'est celle qui réside dans une action parasitaire; on a déjà décrit de nombreux exemples de cette corrélation qui apparaît souvent entre l'existence de formes aberrantes d'organes végétaux et la présence dans ces organes de parasites appartenant à l'un des deux règnes; il ne me semble cependant pas inutile d'en rapporter de nouveaux, car il y a intérêt à restreindre le plus possible les cas dont la cause reste inconnue, qu'elle se rapporte à une action parasitaire ou à une autre.

Les cas de tératologie que j'ai pu ainsi ramener à des phénomènes pathologiques et qui feront l'objet de cette note sont : 1° un cas de virescence florale observée chez le *Trifolium repens* L.; 2° un cas de fasciation rencontré chez le *Raphanus Raphanistrum* L.

VIRESCENCE PATHOLOGIQUE DU *Trifolium repens L.*

Les fleurs de cette espèce présentent souvent des phénomènes de virescence plus ou moins accentuée qui ont fait l'objet de multiples descriptions ; les transformations que subit leur carpelle se prêtent particulièrement bien à l'étude tératologique de cet organe et des ovules, et ont fourni à Celakowsky l'occasion d'intéressantes remarques ; on rencontre d'ailleurs chez beaucoup d'espèces de Papilionacées les mêmes faits tératologiques et pour tout ce qui concerne la bibliographie du sujet je renverrai le lecteur à l'ouvrage si bien documenté de Penzig (1).

---

(1) O. Penzig : *Pflanzen-Teratologie*, I, p. 369 (Gênes, 1890).

Il semble vraisemblable à ce dernier auteur que les cas de virescence florale signalés chez le *Trifolium repens* sont dus à des *Phytoptus* ; mais il ajoute qu'il n'a pu s'en assurer par l'observation directe. Il était en effet assez naturel de penser que ces malformations étaient dues à des Phytoptides ou à des Aphidiens, car elles sont tout à fait comparables à celles qu'on sait être produites par ces deux groupes de parasites sur de nombreuses plantes appartenant surtout aux familles des Crucifères et des Ombellifères; mais, pas plus heureux que Penzig, je n'ai jamais pu observer dans les virescences florales que j'ai rencontrées chez le *Trifolium repens* la présence de tels parasites, ni déceler dans la structure anatomique des organes transformés les modifications qui apparaissent toujours du fait de ces animaux. Par contre j'ai été amené à reconnaître que ces virescences peuvent être dues, au moins dans certains cas, à l'action de parasites végétaux.

Dans un carré où avaient été semées des graines de *Trifolium repens* et qui mesurait 1 mètre de côté, j'observai que presque tous les pieds recouvrant à peu près la moitié du carré présentaient des fleurs virescentes à divers degrés, tous les individus de l'autre moitié du carré étant au contraire parfaitement normaux.

Les inflorescences les moins modifiées étaient constituées par des fleurs d'apparence absolument normale, le calice et la corolle offrant les caractères ordinaires ; mais les étamines étaient atrophiées, les anthères ne contenant pas de pollen, et les carpelles restant inclus à l'intérieur de la corolle étaient souvent ouverts suivant leur ligne placentaire dans la région ovarienne.

D'autres inflorescences restaient entièrement vertes, les pétales n'apparaissant pas au dehors ; le calice seul, gardant sa forme normale, était visible et on trouvait dans le tube qu'il constitue des pétales très réduits, des étamines et un carpelle semblables à ceux des fleurs précédentes ; il n'était pas rare, de plus, d'observer la présence de pistils tricarpellés à placentation pariétale.

Les inflorescences les plus transformées étaient également vertes, mais paraissaient beaucoup plus lâches et cela pour deux raisons : le nombre des fleurs y était diminué par l'atrophie complète de plusieurs d'entre elles, et celles qui se développaient acquéraient un long pédoncule floral, ce qui les écartait les unes des autres; ici encore les pétales et les étamines restent enfermés à l'intérieur du calice, celui-ci est le plus souvent constitué par des sépales qui demeurent, comme dans le cas normal, soudés dans leur partie basilaire, mais qui acquièrent un grand développement dans leur partie libre, réduite normalement à des petites dents aiguës ; on observe, au lieu de ces dents, un limbe très développé, plus ou moins denté sur ses bords (fig. 121 et 122) ; cette transformation est particulièrement accentuée pour les sépales postérieurs qui se renversent en arrière et qui peuvent être seuls à subir cette transformation ; dans tous les cas le calice prend une physionomie rappelant un peu celle de la corolle normale de la fleur considérée.

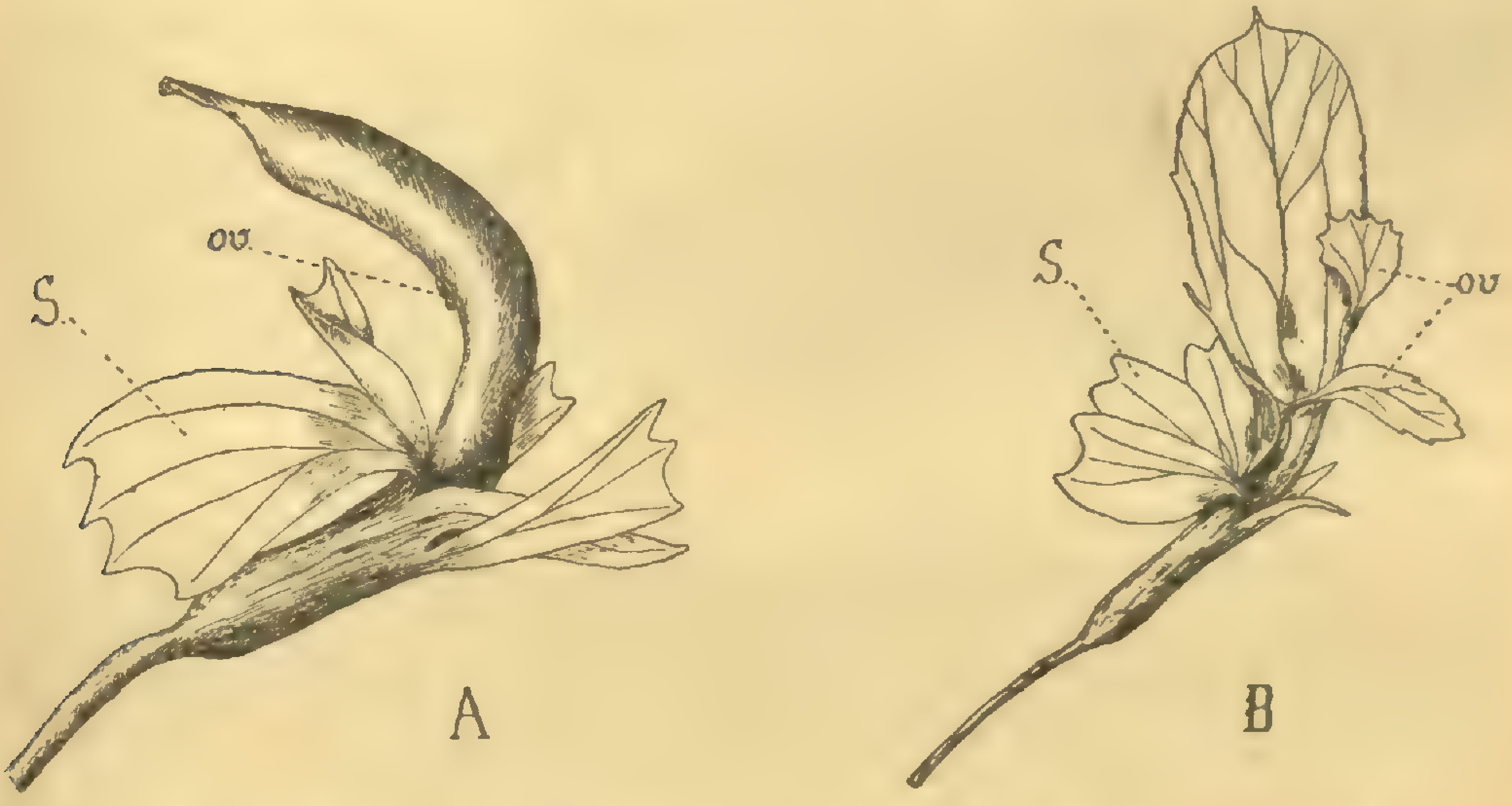


Fig. 121 et 122. — Virescence pathologique du *Trifolium repens.*

En dedans du calice apparaît le carpelle qui présente les phénomènes de virescence si souvent signalés ; toujours très développé et longuement saillant en dehors du calice, il montre tous les degrés de transformation depuis la séparation de ses bords placentaires, sur lesquels apparaissent les ovules non modifiés *ov*, jusqu'à la formation d'une feuille normale à folioles latérales représentant les ovules transformés.

En outre de ces modifications tératologiques portant sur des organes floraux les mêmes individus offraient souvent une coalescence des rameaux, s'opérant par exemple sur toute la longueur d'un entre-nœud entre la tige feuillée et le pédoncule floral né à la base de cet entre-nœud ; ou bien encore les inflorescences étaient dissociées, quelques fleurs naissant isolément assez loin du glomérule terminal.

Mais l'intérêt qui s'attache à cette observation réside dans la netteté avec laquelle apparaissait la cause des transformations produites; alors que toute une moitié du carré était recouverte par des pieds bien sains et normalement constitués, la seconde, celle où l'on observait les phénomènes décrits, comprenait des individus de taille moindre et tout leur appareil végétatif, surtout les feuilles, présentait des taches noires, dont le nombre était d'autant plus grand que les modifications étaient elles-mêmes plus accusées; elles correspondaient aux régions sporifères d'une Dématiée, le *Polythrincium Trifolii* Kunze ; on est donc conduit à voir dans ce parasite une des causes possibles de la virescence des fleurs de *Trifolium repens*, car nous nous trouvons ici en présence d'une coïncidence non pas isolée mais se répétant un nombre tel de fois que cette observation nous paraît avoir la valeur d'une véritable expérience.

FASCIATION PATHOLOGIQUE DU *Raphanus Raphanistrum* L.

Le phénomène de la fasciation est le plus souvent rapporté aux conditions de nutrition dans lesquelles sont placées les plantes qui le présentent et de fait il apparaît souvent en dehors de toute cause parasitaire; on conçoit cependant facilement que si un parasite transforme la structure du point végétatif d'une tige de façon à modifier la forme du massif des cellules initiales, à le rendre symétrique par rapport à un plan alors qu'il est normalement symétrique par rapport à un axe, cette tige acquerra une forme aplatie, ce qui est toujours le phénomène par lequel débute la fasciation et qui entraîne la coalescence ultérieure des rameaux qui en naissent.

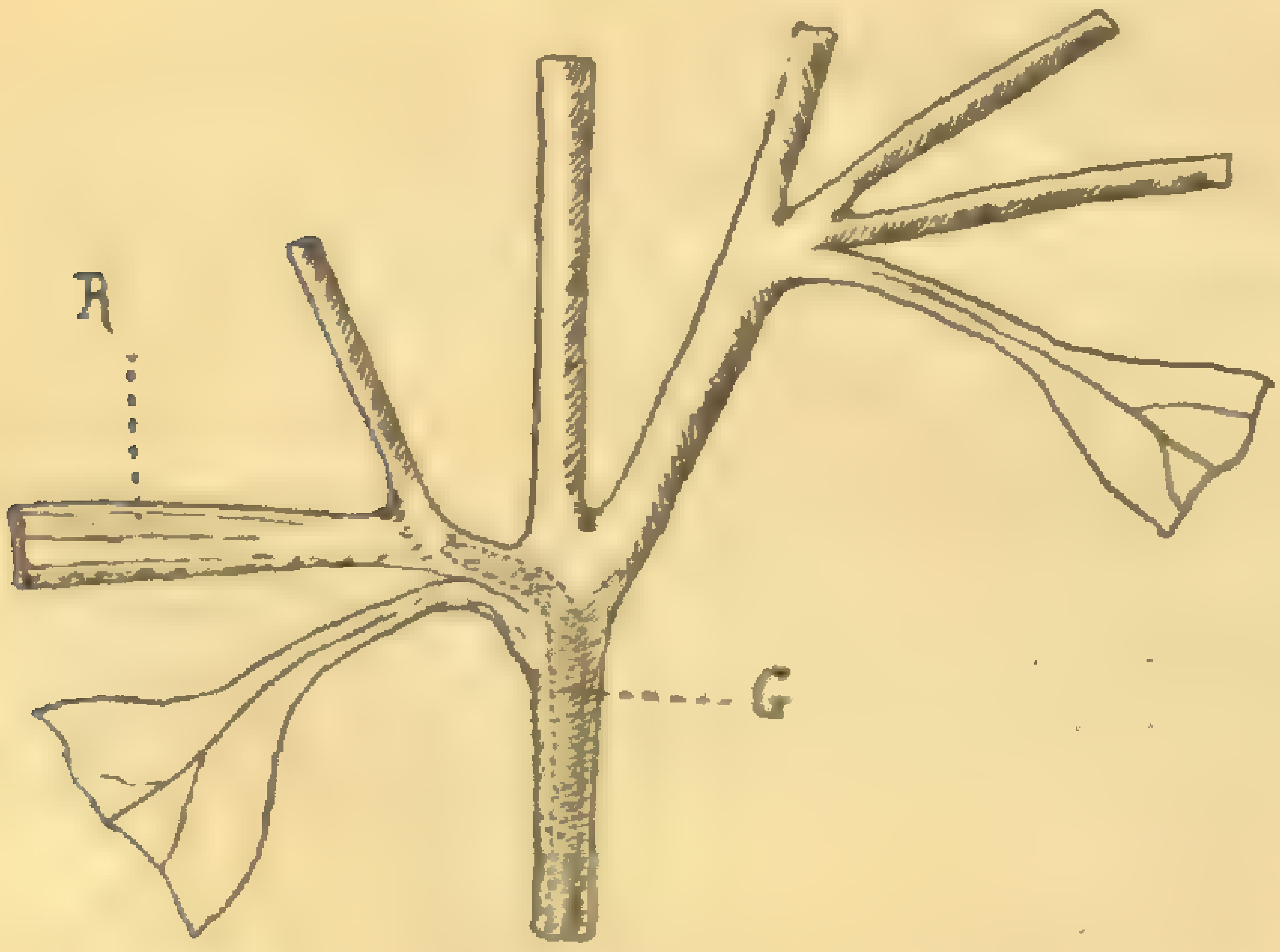


Fig 123. — Fasciation pathologique du *Raphanus Raphanistrum*.

Or, j'ai eu l'occasion d'observer des fasciations qui étaient en rapport très net avec la présence d'un parasite ; une première fois j'ai rencontré plusieurs individus de *Picris hieracoides* présentant des fasciations tout à fait remarquables, semblables à celles qu'on a souvent décrites chez cette espèce; les pieds étaient formés par une sorte de raquette très large sur l'arête terminale de laquelle se détachaient de nombreux pédoncules floraux ; tous les individus présentaient au point d'origine de la fasciation, c'est-à-dire au collet, une larve de lépidoptère logée dans la région médullaire et occupant une courte galerie. Dans ce cas, il pourrait y avoir une simple coïncidence et je le passerais sous silence s'il était resté isolé.

Mais j'ai retrouvé dans un plant de *Raphanus Raphanistrum* des phénomènes analogues de fasciation, bien que moins accentués, ne portant que sur certains rameaux et pour lesquels l'existence d'une cause parasitaire n'était pas douteuse. La base de tous les rameaux aplatis par lesquels débutait la fasciation (fig. 123 *R*.) et observés à un état jeune correspondait exactement à l'extrémité d'une large galerie (*G*) de larve de coléoptère ; je n'ai trouvé aucune exception à cette règle établie par une vingtaine d'observations. L'insecte parcourant la moelle de la plante et arrivant dans la région du bourgeon qui donnait naissance au rameau considéré y déterminait évidemment une modification dans le point végétatif et entraînait l'aplatissement du rameau et sa fasciation ultérieure.

REVUE DES TRAVAUX DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE

PUBLIÉS PENDANT LES ANNÉES 1894-1899 *(Suite)*

Dans ces dernières années, d'autres explorateurs ont parcouru différentes parties de l'Asie Mineure et de la Perse. Citons entre autres : MM. Sintenis et Bornmüller qui ont visité la Mésopotamie, l'Arménie, quelques régions voisines et la Perse ; M. Post qui a voyagé en Palestine et en Mésopotamie ; M. Mannisadjan qui a recueilli un certain nombre de plantes dans l'Arménie turque. Les collections fournies par ces voyageurs ont été étudiées par différents auteurs (1) qui y ont trouvé plus de 300 espèces nouvelles, apportant ainsi d'importantes contributions à la flore d'Orient.

2° ASIE CENTRALE ET SEPTENTRIONALE.

La flore de l'Asie centrale n'a pas été, depuis 1894, l'objet de travaux très importants (2). Parmi ceux qui ont été publiés sur la flore de l'Asie septentrionale, je n'insisterai que sur les conclusions d'une étude assez approfondie de M. Sommier (1) sur la végétation de l'Obi inférieur, et dont on pourra comparer les résultats à ceux du travail de M. Ekstam sur la flore de la Nouvelle-Zemble. M. Sommier avait donné précédemment l'énumération des plantes observées dans la région de l'Obi inférieur, soit par lui-même, soit par d'autres naturalistes. Cette énumération comprenait 349 plantes vasculaires, mais elle s'élève définitivement à 425. Dans les deux dernières parties de son travail, M. Sommier divise la contrée qu'il a explorée en deux régions botaniques : la forestière et l'arctique, et il en compare la flore avec les contrées voisines. La région forestière commence au 61° de latitude nord, pour finir au cercle polaire; la région arctique s'étend au-delà Sur les 425 plantes énumérées, il y a 297 Dicotylédones angiospermes, 6 Gymnospermes, 109 Monocotylédones et 13 Cryptogames vasculaires; la région forestière possède 277 espèces, dont 191 Dicotylédones angiospermes, 6 Gymnospermes, 69 Monocotylédones et 11 Cryptogames vasculaires; la flore arctique comprend 302 espèces, dont 213 Dicotylédones, 74 Monocotylédones et 10 Cryptogames vasculaires. Il manque 148 espèces arctiques à la région forestière : 106 Dicotylédones angiospermes, 40 Monocotylédones et 2 Cryptogames vasculaires. Si l'on prend 16 familles représentées dans les deux régions, on verra que leur ensemble forme 68,95 °/₀ de la flore forestière, et 77,15 °/₀ de la flore arctique. De même, si l'on considère 23 genres représentés dans les deux régions et comptant au moins 4 espèces dans chacune d'elles, on trouvera que la proportion de l'ensemble de leurs espèces à celui de chacune des deux flores, est de 33,57 °/₀ dans la flore forestière et de 46,69 °/₀ dans la flore arctique. La flore forestière est donc plus pauvre et plus uniforme que la flore arctique, et cependant elle compte plus de familles et de genres. La différence entre les deux flores est surtout sensible dans les Crucifères et les Saxifragacées.

---

(1) Freyn : *Plantae novae orientales* (Oesterr. bot. Zeitschr., XLIV, 1894, p. 21, 61, 98, 144, 217, 257, 294, 324, 391. — *Ueber neue und bemerskenswerthe orientalische Pflanzenarten* (Bull. Herb. Boissier, III, 1895, p. 31, 75, 97, 177, 302, 345, 466, 497, 643 ; IV, 1896, p. 42, 134, 178 ; V, 1897, p. 579, 781,; VI, 1898, p. 881, 974.

Bornmüller : *Recent botanical exploration in South Persia* (Journal Linn. Soc. Bot. XXX, 1894, p. 140). — *Ein Beitrag sur Kenntniss der Kustenflora des Persischen Golfes, etc.* (Mitth. thür bot. Ver. Neue Folge, VI). — *Calamagrostis lalesarensio*, T. et Bornm., etc. (Oest. bot. Zeitschr., XLVII, 1897, p. 77, 242, 257). — *Vinea Haussknechtii*, Born. et Sint. (l. c. XLVIII, 1898, p. 453). — *Drei neue Arten aus dem östl. Anatolien* (l. c. XLIX, 1899, p. 14). — *Eine neue Celsia aus dem sudöstl. Persien* (l. c. p. 51). — *Drei neue Dyonisien aus dem sudöstl. Persien* (Bull. Herb. Boissier, VII, 1897, p. 66). — *Eine neue Colchicacee Assyriens* (l. c., p. 79). — *Drei neue Arten aus dem östlichen Assyrien* (l. c., p. 114). — *Zwölf neue Nepeta Arten aus Persien, Kurdistan, und Kleinasien* (l. c., p. 229).

Winkeler et Bornmüller : *Neue Cousinien des Orients* (Bull. Herb. Boissier, III, 1895, p. 561, t. 13-15 ; V, 1897, p. 184, t. 4 et 8.

Post et Autran : *Plantae Postianae.* (Bull. Herb. Boissier, III, 1895, p. 152 ; V, 1897, p. 755 ; VII, 1899, p. 146.

(2) Voir cependant la description de quelques espèces nouvelles dans : Franchet, *Note sur une collection de plantes rapportées du Pamir en 1894. par M. de Foncins.* (Bull. Mus. Hist. naturelle, 1897, p. 342).

En comparant la flore de la vallée de l'Obi à celle de l'Iénissei, on verra que cette dernière est plus riche. Aussi dans la région forestière, entre les mêmes limites en latitude, les chiffres des espèces observées dans la première et dans la seconde sont entre eux comme 3 et 5; cette proportion serait, dans la région arctique seulement, comme 4 à 5. On trouvera de même une flore relativement plus riche dans la région de l'Oural septentrional et dans le pays des Samoyèdes. M. Sommier voit la cause de la pauvreté de la flore de l'Obi, surtout dans la constitution géologique de cette vallée qui est d'émersion relativement récente, et formée de dépôts quaternaires.

En résumé, la flore de l'Obi inférieur offre un mélange d'espèces orientales et occidentales, sans qu'on puisse dire que ce pays forme une limite pour les unes ou pour les autres; les premières en trouveraient plutôt une dans la vallée de l'Iénissei, et les secondes dans l'Oural septentrional.

---

(1) *Risultats botanici di un viaggio all' Obi inferiore*, Parte 4 *a* et parte 5 *a* ed ultima. (Nuovo Giornale botanico, 1896, p. 5 et 167).

Le travail de M. Sommier n'est donc pas sans intérêt aux yeux des botanistes que préoccupe le problème de la dispersion des espèces. Dans cette matière, aucune flore n'est, si on peut ainsi parler, plus suggestive que la flore de la Chine et du Japon, ou pour mieux dire de l'Asie orientale.

3° Chine et Japon.

En géographie botanique, l'Asie orientale peut très bien être déterminée comme l'a fait un homme dont la Botanique déplore la perte récente, et qui a apporté une contribution considérable à l'étude de la flore sinico-japonaise : A. Franchet. Il suffit, pour en donner une idée, de dire que sur 7.000 espèces végétales chinoises que l'on peut citer actuellement, Franchet en a fait connaître au moins 1.200. Cet auteur limite donc l'Asie orientale par une ligne qui, partant du cap Oriental sur le détroit de Behring, suivrait la chaîne des Stanowï et du Kingan, puis la succession de petites chaînes de montagnes séparant la Chine proprement dite de la Mongolie méridionale jusqu'au lac Koukounor, s'infléchirait ensuite vers le sud en suivant la frontière du Thibet oriental jusqu'au fleuve Rouge, et enfin descendrait le cours de ce fleuve jusqu'au golfe du Tonkin; à cette portion continentale il faudrait ajouter les îles formant l'archipel japonais proprement dit, les îles Kouriles et l'île Sakhalin; les degrés extrêmes de cette région sont en latitude le 20° nord et le cercle polaire, et en longitude environ le 95° et 130° est. Les altitudes les plus grandes sont dans le Yunnan où elles atteignent 5.000 mètres. Ce qui caractérise l'Asie orientale au point de vue orographique, c'est que les montagnes qui couvrent sa partie sud-ouest, la Chine occidentale, sont groupées par petites chaînes qui suivent une direction voisine de la perpendiculaire à l'équateur, au lieu de former, comme leur voisin immédiat, l'Himalaya, une imposante chaîne faiblement orientée dans la direction sud-est nord-est. C'est précisément l'étude de collections envoyées de la Chine occidentale par les RR. PP. Delavay, Farges et Soulié qui amena Franchet à émettre une théorie que je vais exposer ici en empruntant des faits aux nombreux travaux malheureusement épars et non résumés en un seul, qu'il a laissé dans ses dernières années (1).

---

(1) Voici les principaux :

Les Adonis vivaces et leur répartition géographique. (Bull. Soc. philom., 1897, p. 80-91). — *Sur quelques Ombellifères du Yunnan* (l. c., p. 106-146). — *Plantes nouvelles de la Chine.* (Journ. de Bot., VII, p. 273-365; IX, p. 255-464. — *Les Cypripedium de l'Asie centrale et de l'Asie orientale* (l. c., IX, p. 225-265). — *Énumération et diagnoses de Carex nouveaux pour la flore de l'Asie orientale.* (Bull. Soc. philom., 1895, p. 27-53, 84-92). — *Les Carex de l'Asie*

La flore des Alpes de l'Europe, malgré une réelle richesse, n'est qu'un rayonnement de la flore des Alpes de l'Asie orientale, et c'est dans la flore des hauts sommets de la Chine occidentale qu'il faut chercher l'expression complète de la flore alpine. Dans cette région en effet, on retrouve les mêmes genres que dans nos Alpes d'Europe, mais avec des espèces de trois à vingt fois plus nombreuses, et ces espèces présentent souvent des caractères nous permettant de concevoir le genre d'une manière infiniment plus large que si nous considérions les seules espèces d'Europe. Cette augmentation du chiffre des espèces se fait d'abord sentir dans le Pamir, s'accentue dans le Kansu et le Koukounor, et atteint son maximum dans le Setchuen oriental et dans le Yunnan.

Déjà Franchet avait, à l'appui de cette théorie, établi que le centre des *Delphinium* vivaces et des *Leontopodium* était dans les montagnes de la Chine occidentale. Il a déduit des conclusions analogues de l'étude des *Adonis* vivaces, dont on a fait la section *Consiligo*. Ce groupe, qui se compose de 14 espèces, manque à la Chine orientale au-dessus de Pékin, et à la Chine centrale; mais il a cinq représentants spéciaux dans la Chine occidentale; l'un d'eux, l'*A. Delavayi* Fr., a été trouvé par 26° de latitude N; les *Consiligo* ont trois espèces en Sibérie, en Corée, dans les environs de Pékin et au Japon, une dans l'Himalaya, trois dans l'Europe méditerranéenne; une seule s'étend des monts Altaï jusque dans l'Europe centrale. Voilà donc un groupe qui de la Chine occidentale, rayonne vers le nord-est et vers l'ouest.

Sans quitter les Renunculacées, on verra que les *Isopyrum* et les *Coptis*, les espèces sont centralisées dans la Chine occidentale. Les *Isopyrum* se divisent naturellement en deux groupes : le premier occupe la portion orientale de l'aire de dispersion, c'est-à-dire la Mantchourie, le Japon et l'Amérique du Nord; il est caractérisé par son apétalie; le second, qui est le plus important des deux, se distingue par ses pétales

---

orientale. (Nouv. Arch. Mus., sér. 3, VIII, p. 179-260; IX, 112-128). — *Sur les Aletris asiatiques*. (Journ. de Bot., 1896, p. 178-203). — *Saxifragaceae, Crassulaceae et Combretaceae novae e flora sinensi* (l. c., 1896, p. 260-91). — *Araliaceae, Cornaceae et Caprifoliaceae novae e flora sinensi* (l. c., 1896, p. 301-18). — *Sur quelques Liliacées de la Chine occidentale* (l. c., 1896, p. 37-48). — *Compositae novae e flora sinensi* (l. c., 1896, p. 368-85, 409-23; 1897, p. 21 24). — *Gentiana nouveaux de la Chine occid*. (Bull. Soc. bot. fr., 1896, p. 483-95). — *Isopyrum et Coptis, leur distribution géographique*. (Journ. de Bot., 1897, p. 155-166; 187-195; 218-33). — *Les Parnassia de l'Asie orientale*. (Bull. Soc. bot fr., 1897, p. 244-62). — *Les Saussurea du Japon*. (Bull. Herb. Boissier, 1897, p. 533-46). — *Nouveau genre de Renonculacée, Souliea vaginata*. (Journ. de Botanique, 1897, p. 68. — *Plantarum sinensium ecloge secunda* (l. c., 1897, p. 190-96; 220 30; 253-64. — *Plantarum sinensium ecloge tertia* (l. c., 1897, p. 146-160; 193-208; 253-66). — *Sur la distribution des Chênes dans l'Asie orientale*. (Bull. Mus. Hist. nat., 1897, p. 93). — *Cyrtandracées nouvelles de l'Asie orientale* (l. c., p. 249). — *Sur les caractères de la distribution géographique des Cyrtandracées de la Chine*. (Bull. Soc. linn. Par., III, p. 121).

nectariformes ; il est spécial à l'Europe et à l'Asie. A ces deux groupes, Franchet en avait adjoint troisième, formé par le seul *I. vaginatum* de la Chine occidentale, mais de nouveaux matériaux envoyés par les PP. Soulié et Delavay modifièrent son opinion et il fit de cette espèce un nouveau genre *Souliea*, qui diffère des *Isopyrum :* 1° par sa végétation, les fleurs s'épanouissant avant les feuilles ; 2° par son inflorescence en grappe simple, nue, longuement pédonculée; 3° par la présence de pétales pleinement développés. Les deux groupes d'*Isopyrum* se répartissent en huit régions, qui sont : l'Europe, avec une seule espèce qui lui est particulière; l'Asie occidentale, avec trois espèces, deux qui lui sont spéciales, une qui lui est commune avec l'Himalaya et la Chine occidentale; l'Asie centrale, avec cinq espèces, qui lui sont communes avec la Chine, l'Himalaya et l'Asie orientale; l'Asie himalayenne, avec quatre espèces, dont une lui est particulière; l'Asie orientale, avec douze espèces, dont six lui sont particulières; le Japon, avec sept espèces, dont cinq lui sont particulières ; l'Amérique septentrionale orientale, avec une espèce spéciale.

Quant aux *Coptis*, qui ne devraient, d'après Franchet, être qu'une section du genre précédent, on les retrouve dans les mêmes régions, beaucoup moins nombreux, et avec cette différence qu'aucun des groupes naturels que l'on peut établir parmi eux, n'est localisé dans un centre spécial.

Dans la famille des Composées, on peut citer trois genres dont les représentants sont nombreux dans l'Asie orientale; ce sont les *Leontopodium*, les *Senecio* et les *Saussurea*; je ne m'occuperai ici que des derniers. Depuis les découvertes des PP. Delavay et Soulié en Chine, et Faurie au Japon, le chiffre des *Saussurea* connus, a presque doublé : on peut en citer aujourd'hui 138. On remarquera que c'est dans la Chine occidentale que l'on trouve le centre le plus important, car les espèces ayant des affinités avec les formes himalayennes ou japonaises y sont mélangées. Au contraire, au Japon comme en Europe, c'est-à-dire aux deux extrémités de l'aire de dispersion, on voit s'effacer la variété de types et la netteté dans la différenciation spécifique.

La tribu des Cyrtandries reste, pour la grande majorité de ses espèces, limitée aux régions chaudes ; mais elle est surtout concentrée en Chine et dans la Malaisie, puisque ces régions en possèdent 420 sur 530. Néanmoins, ce centre émet deux faibles rayons, l'un vers le Japon, l'autre vers l'Europe, sur les Balkans et sur les Pyrénées, avec les *Haberlea* et les *Ramindia*.

Les Chênes donnent lieu à des remarques intéressantes. Ainsi dans les montagnes du Yunnan, les espèces de la section *Lepidobalanus*, qui sont celles des régions tempérées de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique, se trouvent mélangées aux formes tropicales dont on a fait les sections *Pasania*, *Cyclobalanus* et *Cyclobalanopsis*. Le *Quercus Ilex*, qui passait pour caractéristique de la région méditerranéenne a été retrouvé dans l'Afghanistan, puis dans l'Himalaya, et enfin dans le Chen-si et le Yunnan.

Les *Aletris*, ce curieux genre de Liliacées, n'avait, jusque dans ces derniers temps, que trois représentants connus : un au Japon, deux dans l'Amérique du Nord. Or, les explorations du prince Henri d'Orléans et du P. Delavay dans le Set-chuen, et celle du P. Faurie au Japon ont augmenté de huit les espèces du genre *Aletris*. Ce dernier a donc, lui aussi, son centre dans la Chine méridionale avec de faibles rayonnements vers l'Asie occidentale, Bornéo, le Japon et l'Amérique du Nord.

Les *Carex* méritent ici une mention particulière, car ceux de l'Asie orientale ont fait, de la part de Franchet, l'objet d'une étude parue dans le *Bulletin de la Société Philomathique de Paris*, et d'une monographie publiée dans les *Nouvelles Archives du Muséum*. Dans ce dernier et important mémoire, Franchet conçoit le genre *Carex* de la façon la plus large, c'est-à-dire en lui réunissant les *Hemicarex* et les *Schœnoxiphium*. L'auteur divise les *Carex* de l'Asie orientale en deux sections inégales : la première, de beaucoup la moins riche en espèces, puisqu'elle n'en possède que trois, est celle des *Hemicarex*, qui sont caractérisés par un utricule à demi fermé ou presque ouvert; la seconde section se distingue par un utricule complètement fermé; elle a reçu le nom d'*Holocarex* et comprend 272 espèces. Sur ces 275 *Carex*, 62 sont spéciaux à la Chine, 111 au Japon; 15 sont communes aux deux pays; 27 le sont à la Chine et à l'Himalaya, 23 au Japon et à l'Himalaya; il y a en tout 166 espèces au Japon et 104 en Chine; ces deux centres paraîtront considérables si l'on remarque que l'Europe ne possède que 160 *Carex*, et qu'il s'en trouve 260 en Amérique. Il faut ajouter que Franchet a décrit, dans son étude, 125 espèces nouvelles. C'est, on le voit, une importante contribution à la flore sinico-japonaise. Parmi les autres genres qu'il a le plus enrichi d'espèces nouvelles, il faut citer les *Rhododendron*, les *Primula*, les *Swertia*, les *Gentiana* et les *Pedicularis*.

Dans ces études de géographie botanique, Franchet ne négligeait pas certaines occasions de rapprocher la flore de l'Asie orientale de celle de l'Amérique du Nord. Cette comparaison, qui avait déjà été faite par Asa Gray, a été reprise avec assez de détail par M. Sargent (1) dans un intéressant travail sur la Flore forestière du Japon.

Ainsi, l'Amérique septentrionale orientale possède 225 espèces arborescentes, réparties entre 134 genres. Dans la région forestière sinico-japonaise, qui comprend la Mantchourie orientale, le Japon, les îles Kouriles et l'île Sakalin, on compte 241 espèces arborescentes réparties entre 99 genres. Le Japon à lui seul possède le même nombre de genres, avec 220 espèces; la proportion des arbres au total de la flore japonaise est comme de 1 à 10,4; celle des plantes ligneuses comme 1 à 4,55.

---

(1) Ch.-S. Sargent : *Forest Flora of Japon.* (Garden and Forest; Boston et New-York, 1894, avec 26 pl.).

On a comparé les forêts du Japon à celles de l'Amérique du Nord, mais il est difficile de se faire une idée exacte de l'état primitif des premières, car sauf dans l'île Yéso dont les hautes montagnes sont d'un accès malaisé, elles couvrent généralement un pays cultivé depuis une époque très réculée. Il y a d'ailleurs de notables différences entre les forêts du Japon et celles de l'Amérique du Nord. Les Chênes à feuilles larges, les Chênes blancs à feuillage caduc, les espèces américaines si communes comme les *Liriodendron*, *Asiminia*, *Ptelea*. *Gordonia*, *Cliftonia*, *Gymnocladus*, etc., manquaient au Japon. D'autre part, on ne trouve pas en Amérique ces espèces, si caractéristiques de la flore japonaise, qui appartiennent aux genres *Euptolea*, *Cercidiphyllum*, *Trochodendron*, et aux familles des Lauracées, Ternstrœmiacées et Euphorbiacées. Cependant, les deux pays possèdent en commun les *Magnolia* et les *Æsculus*, les espèces japonaises et américaines des genres *Rhus*, *Thuya*, *Picea* et *Abies* ont beaucoup d'affinités les uns avec les autres. Les sous-bois sont très différents au Japon de ce qu'ils sont en Amérique. Tandis que, dans ce dernier pays, il se compose de Vacciniées, de Roses, de *Kalmias*, etc., au Japon il est formé presqu'entièrement d'une inextricable végétation de Bambous.

Dans son ouvrage, M. Sargent passe en revue les principaux types de la flore forestière japonaise : les Magnoliacées, Tiliacées, Ternstrœmiacées, Rutacées, Ilicinées, Rhamnées, Célastrinées, Sapindacées (Acérinées), Anacardiacées, Légumineuses (*Gleditschia*), Rosacées (*Pyrus* et *Prunus*), Hamamélidées, Araliacées, Euphorbiacées, Urticacées (Ulmées, Celtidées et Marées), Cupulifères et autres familles moins considérables.

D'autres travaux, moins importants que les précédents, ont été publiés sur la flore de la Chine et du Japon et méritent d'être signalés. M. Henry (1) a donné une liste des plantes vasculaires de l'île Formose, qui s'élève à 1428 espèces. Des plantes nouvelles de différentes parties de la Chine ont été publiées par MM. Batalin (2) et Palibin (3). Ce dernier auteur a donné le commencement d'un *Conspectus Florae Koreae* (4), qui comprend les Dicotylédones depuis les Renunculacées jusqu'aux Campanulacées. M. Winkler (5) a décrit de nouvelles composées asiatiques. Les Renunculacées du Japon ont été étudiées par M. Huth (6), les Graminées par M. Hackel (7). Les plantes des familles suivantes, provenant des collections formées au Japon par le P. Faurie, ont été déterminées par différents auteurs : les Saxifragées, les Éricacées, les Légumineuses, les Renonculacées et les Crucifères, par M. H. de Boissieu (1); les Hypericacées, par M. Keller (2); les Orchidées, par M. Finet (3). M. Hemsley (4) a également donné la liste d'un certain nombre de plantes récoltées au Thibet par différents botanistes anglais, en y joignant un aperçu climatologique et géo-botanique des régions traversées par ces voyageurs.

---

(1) *A list of plants from Formosa.* (Transact. asiat. Soc. Jap., 1896, p. 1-118).

(2) *Notae de plantis asiaticis.* (Acta hort. petrop., XIII, p. 372-386 : XIV, p. 167-184).

(3) *Plantae sinico-mongolicae in itinere Khinganensi anno 1891 collectae.* (Act. hort. petrop., XIV, p. 101-145).

(4) In Act. hort. petrop., 1898.

(5) *Diagnoses compositarum novarum Asiaticarum.* (Act. hort. petrop., XIII, p. 235-45 ; XIV, p 149-157).

(6) *Ranunculaceae japonicae.* (Bull. Herb. Boissier, 1897, p. 1053).

(7) *Gräser Japans.* (Bull. Herb. Boiss., 1899, p. 637, 701).

Enfin, je ne puis mieux terminer la Revue des travaux de botanique systématique parus sur la Chine que par une courte analyse du très intéressant volume de M. Bretschneider (5), fruit de longues et patientes recherches, recueil d'un nombre considérable de documents classés et présentés avec beaucoup de méthode, ouvrage tel qu'on désirerait qu'il en existât un pour chacune des grandes régions dont la flore a été étudiée d'une manière approfondie. Ce livre est l'histoire de toutes les découvertes et de tous les travaux botaniques dont l'Empire chinois a été l'objet depuis des temps très reculés jusqu'à nos jours. L'auteur passe rapidement sur la période prélinnéenne, qui s'étend depuis le milieu du 13^e siècle jusqu'au 18^e. A ce moment, les travaux de Linné apportent un changement profond dans l'étude de la botanique, et l'adoption de son système donne à cette science une impulsion considérable; c'est le commencement de la période linnéenne; de 1793 à 1840, de 1840 à 1866, et de cette période jusqu'à nos jours, les événements politiques facilitant de plus en plus aux Européens la pénétration du vaste empire chinois. M. Bretschneider entre dans le détail à la fois : de l'historique de chacune des expéditions ou de chacun des voyages en Chine par les différents peuples européens, ou entrepris par des explorateurs appartenant à diverses nationalités; de l'énumération des plantes dont ces expéditions ou voyages ont enrichi nos herbiers; des publications de toute nature qui ont été faites sur la flore de la Chine. Deux index alphabétiques terminent l'ouvrage de M. Bretschneider : l'un est celui des voyageurs et auteurs; l'autre est celui de toutes les plantes chinoises actuellement connues, avec renvoi pour chacune d'elles à l'endroit du volume où se trouvent l'indication du voyageur qui l'a trouvée le premier, et celle de l'auteur qui en a publié la description princeps. Il est intéressant de constater dans cet ouvrage la part que les explorateurs français ont prise dans la formation des nombreuses collections de plantes chinoises que possèdent les différents herbiers d'Europe. Ainsi, dans la période linnéenne, le P. d'Incarville est le premier qui ait recueilli des plantes chinoises ; et une des collections les plus importantes qui aient été formées de nos jours est celle du P. Delavay, qui de 1882 à 1895, dans une région à peine longue de 100 kilomètres et large de 40, a récolté plus de 4000 espèces, pour la plus grande partie nouvelles pour la Chine ou pour la science.

---

(1) In Bull. Herb. Boiss., 1897, p. 682, 905; 1898, p. 660; 1899, p. 580, 781.

(2) In Bull. Herb. Boiss., 1897, p. 637.

(3) *Orchidées nouvelles de la Chine.* (Bull. Soc. bot. Fr., 1897, p. 419-422). — *Orchidées nouvelles ou peu connues.* (Journ. de Botanique. 1898, p. 340).

(4) *On two small collection of dried plants from Thibet.* (Journ. Linn Soc. Bot., XXX, p. 101-140).

(5) *History of European botanical drocoverey in China.* Londres, 1898, 2 vol.

(A suivre). E. DRAKE DEL CASTILLO.

425 – Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, docteur ès sciences, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Grelot, docteur ès sciences.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Morkowine, docteur ès sciences, Marbourg.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, chargé de cours à la Faculté des sciences de Besançon.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, professeur à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Téodoresco, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Septembre 1900

N° 141

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1900

Pages

I. — RECHERCHES SUR LA FORMATION DES MATIÈRES PROTÉIQUES A L'OBSCURITÉ DANS LES VÉGÉTAUX SUPÉRIEURS, par **Mlle Marie Maliniak** . 337

II. — LA VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES (avec planches et figures dans le texte), par **F. Boergesen** et **Ove Paulsen** (*suite*). 344

III. — LES CONDITIONS DE RÉUSSITE DES GREFFES, par **M. Lucien Daniel** 355

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

Planche 13. — *Croton*, *Plumieria alba*, *Crescentia Cujete*, *Tillandsia utriculata*.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES

SUR LA

FORMATION DES MATIÈRES PROTÉIQUES A L'OBSCURITÉ

DANS LES VÉGÉTAUX SUPÉRIEURS

par Mlle Marie **MALINIAK**

Parmi toutes les substances que l'on trouve dans les plantes, les plus essentielles sont les matières albuminoïdes. Donc, la question de la formation des matières albuminoïdes dans les végétaux supérieurs est un des problèmes les plus intéressants de la physiologie végétale.

Pourtant il reste à étudier les conditions dans lesquelles se forment les matières protéiques, et si leur formation est possible à l'obscurité. La dernière question a déjà préoccupé divers observateurs, mais les conclusions sur ce sujet ont été contradictoires.

Un certain nombre de savants admettent que la transformation des nitrates en matières albuminoïdes se fait exclusivement dans les végétaux exposés à la lumière.

Ainsi M. Godlewski (1) conclut que la formation des matières albuminoïdes pendant la germination du Blé à l'abri de la lumière est impossible.

Aux mêmes conclusions nous ramène le travail de Laurent Marchal et Carpiaux (2).

D'autres auteurs admettent, au contraire, que la lumière n'influe pas directement sur la formation des matières albuminoïdes. Ainsi, Pfeffer (3) a montré le premier le rôle de la lumière sur la régénération des matières albuminoïdes ; puis Borodine affirme que lorsque le végétal contient une quantité suffisante d'hydrates de carbone il peut les transformer en albuminoïdes en présence de l'asparagine, le caractère des hydrates de carbone restant sans influence sur la transformation des amides en albuminoïdes.

---

(1) E. Godlewski : *Zur Kenntniss der Eiweissbildung aus Nitraten in der Pflanzen* (Anz. d. Acad. d. Wissenschaft in Krakau, Marz 1897).

(2) *Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 3e série, t. XXXII, 1896.

(3) W. Pfeffer : *De l'influence de la lumière sur la régénération des matières albuminoïdes* (Ann. d. Sc. nat., 5e série botanique, t. XII. 1874).

M. Suzuki (1) après avoir semé à l'obscurité des germes de *Solanum tuberosum* sur une solution saccharose (2 °/₀) et d'urée (0,2 °/₀) ainsi que les germes de *Kolesia hispidum* sur 10 °/₀ de saccharose et 0,1 °/₀ d'urée a trouvé une diminution notable d'asparagine ; tandis que les plantules placées sur les solutions d'urée, mais sans saccharose, contenaient en quantité considérable d'asparagine. On peut s'expliquer la disparition de l'asparagine en admettant la transformation de l'amide en matières albuminoïdes. L'asparagine non seulement apparaît comme produit de la décomposition des substances protéiques, mais aussi inversement, peut s'organiser de nouveau en albuminoïdes, même à l'obscurité.

M. Kinoschita (2) démontre aussi la régénération des matières albuminoïdes aux dépens de l'asparagine sans lumière et signale le fait, que les racines se trouvant à l'abri de la lumière peuvent former des albuminoïdes aux dépens des nitrates et des hydrates de carbone.

Puis M. Zaleski (3) démontre dans ses essais sur l'*Helianthus annus* et sur l'*Allium Cepa* que les albuminoïdes peuvent se régénérer à l'obscurité même dans les conditions naturelles (sans nutrition artificielle), dans le cas où le végétal contient des substances azotées en réserve, ainsi qu'une quantité correspondante d'hydrates de carbone.

M. Goldberg (4) arrive au même résultat en expérimentant sur les grains du Blé cultivé dans les conditions naturelles, mais à l'obscurité.

M. Prianischnikow (5) affirme les résultats obtenus par Zaleski.

---

(1) Suzuki : *On the Formation of Asparagine in Plants nuder different conditions* (Bull. of College of Agricul. Tokyo, vol. II, n° 7).

(2) J. Kinoschita : *On the Consumption of Asparagine in the Nutrition of Plants* (Bull. of Coll. of Agricul. Tokyo, vol. II, n° 4, 1895).

(3) W. Zaleski : *Zur Kenntniss der Zurebel von Allium Cepa und Eiweissbildung* (Vorl. Mittheilung, Ber. d. Deutsch Botan. Gesellsch., B. XVI, Heft 6. 1898).

(4) J. Goldberg : *Revue générale de Botanique*, t. XI, p. 337, 1899.

(5) Prianischnikow : *Eiweisszerfall u. Eiweissbildung in. d. Pflanzen* (Vorl Mittheil. d. Deutsch Bot. Gesellsch., B. XVIII, Heft 4, 1899).

pourtant les deux auteurs admettent que la régénération ne se fait pas aux dépens de l'asparagine, mais d'autres amides, tandis que le travail récent de M. Schultze (1) prouve que les plantes, surtout les feuilles, sont le siège de la formation des matières albuminoïdes de l'asparagine. Aussi M. Palladine (2) admet que la synthèse des substances albuminoïdes est possible même à l'obscurité.

Hansteen (3) dans ses expériences sur le *Lemna minor*, le *Vicia Faba*, et le *Ricinus communis* démontre que les matières albuminoïdes dérivent de l'asparagine en présence du glucose, tandis *qu'en présence du saccharose l'asparagine n'est pas capable de former* les albuminoïdes. D'autres amides, comme le glycocolle et l'urée, peuvent être élaborés en matières protéiques aux dépens de deux sucres, la lumière n'influant pas sur la synthèse des matières albuminoïdes.

Mes expériences qui ont porté sur le *Zea Maïs* démontrent que le glucose et aussi le saccharose servent à organiser *avec l'asparagine des matières albuminoïdes à l'obscurité.*

Les expériences se faisaient de la manière suivante : les grains de *Zea Maïs* ont été semés dans la terre ou dans le sable à l'obscurité à la température 17°-20°. Huit ou dix jours après le semis, on a choisi des plantules aussi semblables que possible, ayant approximativement 5^{cm} de longueur. Les plantules ont eté lavées à l'eau pour enlever toute trace de terre, puis *séparées de l'endosperme* pour empêcher la migration des substances azotées de l'endosperme vers l'embryon. Les plantules sans endosperme ont été divisées en portions formées de quinze exemplaires chacune et placées dans des solutions du saccharose (5 °/₀) ou du glucose 5 (°/₀) avec ou sans amides. Les cultures se trouvaient sur les solutions pendant 2 - 3 jours soustraites à l'action de la lumière. Les solutions ont été changées chaque jour pour préserver les plantes des microbes.

Après dessiccation à 100° les plantes ont été pulvérisées et analysées : la quantité d'azote total par la méthode de Kjeldahl et les matières albuminoïdes par la méthode de Stutser.

(1) E. Schultze : *Ueber Eiweisszerfall und Eiweissbildung in der Pflauzen.* (Berichte d. Deutschen Gesellsch., B. XVIII, Heft 2, 1900).

(2) W. Palladine : *Influence de la lumière sur la formation des substances vivantes dans les tissus des végétaux.* Comptes rendus de l'Acad. des Sc., n° 6, p. 377, 1899.

(3) Barthold Hansteen : *Ueber Eiweiss synthese in grunen Phanerogamen.* (Jahrbucher fur Wissensch. Botan., 1899, B. XXXIII, Heft 3).

Présentons maintenant les données expérimentales :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE

Les graines de *Zea Maïs* ont été semées dans la terre à l'obscurité le 19 mai 1899. Huit jours après le semis les plantules de 4 à 5 cent. de longueurs séparées de l'endosperme ont été divisées en trois portions, formées de cinq exemplaires chacune.

Un lot de 15 exemplaires, divisé en trois portions, 5 plantules chacune, a été desséché à la température de 100° et analysé.

D'autres portions ont été portées à l'obscurité sur les solutions suivantes :

Première culture : 15 exemplaires sur une solution contenant 5 °/₀ de saccharose.

Deuxième culture : 15 exemplaires sur une solution contenant 5 °/₀ de glucose.

Troisième culture : 15 exemplaires sur une solution contenant 5 °/₀ de saccharose + 0,5 °/₀ d'asparagine.

Quatrième culture : 15 exemplaires sur une solution contenant 5 °/₀ de glucose + 0,5 °/₀ d'asparagine.

Durée de l'expérience : 48 heures.

La température s'est maintenue entre 20° et 22°5.

Les tiges ont acquis les longueurs suivantes :

1. Sur sacccharose	$9^{cm}25$
2. » » + asparagine	$7^{cm}50$
3. » glucose	$8^{cm}75$
» » + asparagine	$7^{cm}75$

Après dessiccation à 100° les plantules ont été analysées. Les résultats obtenus sont les suivants :

Taux de l'azote appartenant aux matières albuminoïdes :

Dans les plantules après la récolte sur terre.	$10^{mgr}805$	
» la culture 1re sur saccharose	$13^{mgr}725$ $13^{mgr}507$	$13^{mgr}752$
» » 2e » + asparagine..	$15^{mgr}717$ $16^{mgr}452$	$16^{mgr}084$
» » 3e glucose »	$13^{mgr}507$ $13^{mgr}261$	$13^{mgr}384$
» » 4e » + asparagine..	$14^{mgr}735$	$14^{mgr}735$

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

Zea Maïs semé dans le sable le 26 septembre, à l'obscurité. Le 4 octobre les plantules de 5^{cm} de longueur ont été séparées de l'endosperme et portées sur des solutions :

1re culture........ 5 °/₀ de glucose.
2^{e} culture......... 5 °/₀ de saccharose.

Durée de l'expérience : 48 heures.

Longueur des plantules sur le glucose : 7^{cm}5.
» » » » » saccharose : 7^{cm}.

Taux de l'azote total dans les plantules tirées du sable : { 15^{mgr}4304 / 15^{mgr}7284

Taux de l'azote appartenant aux matières albuminoïdes :

» » » de la culture sur glucose....	7^{mgr}742	
» » » » » » saccharose.	8^{mgr}099 8^{mgr}338	8^{mgr}218

TROISIÈME EXPÉRIENCE

Les graines de *Zea Maïs* ont été semés à l'obscurité, le 22 octobre, dans le sable. Le 31 les plantules ont été séparées de l'endosperme et une portion a été séchée à la température 100° pour déterminer le taux de l'azote albuminoïde ; les autres portions ont été portées à l'abri de la lumière dans les solutions suivantes :

1re culture sur 5 °/₀ de saccharose
2^{e} » » 5 °/₀ » + 0,5 d'asparagine
3^{e} » » 5 °/₀ » + 0,5 d'urée

Durée de l'expérience : 48 heures. Température 17°-20°.

Taux de l'azote appartenant aux matières albuminoïdes :

» » dans les plantes tirées du sable	8^{mgr}874 8^{mgr}993	8^{mgr}934
» » de la cult. sacchar.	9^{mgr}053	9^{mgr}053
» » » sacchar. + asparag.	9^{mgr}172 10^{mgr}126	9^{mgr}649
» » » sacchar. + urée	8^{mgr}218 10^{mgr}482	9^{mgr}357

QUATRIÈME EXPÉRIENCE

Les feuilles étiolées des extrémités de *Vicia Faba* ont été cultivées à *l'obscurité* sur les solutions suivantes :

Première culture $1^{gr}0809$ de feuilles étiolées sur 5 °/o de glucose.

Deuxième culture $1^{gr}1720$ de feuilles étiolées sur 5 °/o de glucose + 0,2 d'asparagine.

Troisième culture $1^{gr}1411$ de feuilles étiolées sur 5 °/o de saccharose.

Quatrième culture $0^{gr}9488$ de feuilles étiolées sur 5 °/o de saccharose + 0,2 d'asparagine.

Durée de l'expérience sept jours. Température : 17° — 20°.

Les solutions ont été changées chaque jour pour préserver les cultures des microbes.

Après sept jours le poids des feuilles a été le suivant :

1re culture sur glucose...............	$1^{gr}6845$	ou gain de	56 °/o
2e »	» + aspagarine ...	$1^{gr}9207$	»	54 °/o
3e »	saccharose............	$1^{gr}8537$	»	62 °/o
4e »	» + asparagine..	$1^{gr}7033$	»	79 °/o

A la fin de l'expérience les feuilles ont été séchées à 100° et le résultat est le suivant :

1re port.	$1^{gr}2454$	des f^{es} éti. pris. de la ter. cont.	$0^{gr}2529$	de mat. séc.
	d'où 10^{gr}	»	$2^{gr}030$	»
2e port.	$1^{gr}0,0809$	» cult. sur glucose...	$0^{gr}3119$	»
	d'où 10^{gr}	» » »	$2^{gr}885$	»
3e port.	$1^{gr}1720$	» cult. s^{r} gluc. et asp.	$0^{gr}3563$	»
	d'où 10^{gr}	» » »	$3^{gr}042$	»
4e port.	$1^{gr}1411$	» » saccharose	$0^{gr}3150$	»
	d'où 10^{gr}	» » »	$2^{gr}760$	»
5e port.	$0^{gr}9488$	» cult. s^{r} sacc. et asp.	$0^{gr}2937$	»
	d'où 10^{gr}	» » »	$3^{gr}042$	»

Taux de l'azote appartenant aux matières albuminoïdes :

1re port.	$1^{gr}2454$	des f^{es} éti. pr. de la ter. cont^{nt}	$0^{gr}018229$	de mat. alb.
	d'où 10^{gr}	»	$0^{gr}147$	»
2e port.	$1^{gr}0809$	des f^{es} éti. cult. à l'ob. s^{r} glu.	$0^{gr}0182904$	»
	d'où 10^{gr}	»	$0^{gr}169$	»

3^{e} port. $1^{gr}1441$ des f^{es} ét. cult. à l'ob. s^{r} sacc. $0^{gr}018044$ de mat. alb.
d'où 10^{gr} » $0^{gr}156$ »
4^{e} port. $0^{gr}9488$ » sac. asp. $0^{gr}018658$ »
d'où 10^{gr} » $0^{gr}196$ »

Ces expériences montrent que les feuilles de *Vicia Faba* cultivées à l'obscurité sur des sucres et des amides augmentent leurs matières albuminoïdes en quantité considérable.

En résumé, les résultats obtenus sont les suivants :

1. Les végétaux supérieurs peuvent élaborer les matières albuminoïdes à l'obscurité.

2. Les matières albuminoïdes sont vraisemblablement régénérables des amides en présence des hydrates de carbone du saccharose aussi bien que du glucose.

3. Le caractère des hydrates de carbone ne reste pas sans influence sur la quantité des matières albuminoïdes régénérées.

Il me reste à exprimer ma profonde reconnaissance à M. le professeur H. Palladine qui m'a soutenu de ses bons conseils.

(Laboratoire de Botanique de l'Université de Varsovie).

LA
VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES

par **F. BOERGESEN** et **Ove PAULSEN** *(Suite)*

(Traduit en français par Mlle S. ERIKSSON)

II.

LA VÉGÉTATION DES TAILLIS ET DES BOIS

par Ove **PAULSEN**.

1° Description de la végétation.

Orkanöen.

Le côté occidental du port de St. Thomas est formé par un îlot nommé le « hurrican hole », séparé de St. Thomas lui-même par un canal navigable pour petits bateaux seulement. En constituant ce canal on a percé un récif de coraux pour faire venir un frais courant d'eau dans le port.

Vers le jour de l'an 1895 à 1896, notre bateau le « Fyen » était dans le port de St. Thomas, et nous faisions alors plusieurs tours de cette petite île, appelée Orkanöen (l'île des ouragans). Elle n'était que très peu habitée; dans la partie orientale, près du port, on voyait quelques cabanes de nègres, entourées de petits jardins. L'autre partie de l'île était entièrement en friche, couverte seulement de taillis qui, en cette année pluvieuse, étaient assez frais et luxuriants. De certaines circonstances indiquaient pourtant qu'il n'en était pas ainsi toutes les années. On sait bien que les plantes vivant dans des terrains secs sont très souvent couvertes de poils et d'épines, et il est sûr qu'ici on en trouvait de nombreux exemples, quoique ce caractère xérophile fût bien mieux développé à d'autres places qu'il ne l'était ici (par exemple dans la partie orientale de

St. Croix). Ce bocage n'était pas un vrai « bocage de Croton », comme celui de St. Croix dont parle M. Eggers (1).

En débarquant au bord de l'île, on rencontre bientôt, du moins si la plage y est couverte de sable, un arbuste bien connu, le *Coccoloba uvifera* (la grappe de mer). On voit encore l'*Ipomœa pes-capræ*, rampant dans le sable, et toute la végétation caractéristique des bords sablonneux, qu'on trouve en général auprès de ces deux plantes-ci. Du reste, je renvoie à la description de M. Boergesen, dans la première partie de ce mémoire.

Sur les côtes rocheuses, il n'y avait point de végétation caractéristique comme on pouvait en trouver à Saint-Croix. Dans cette station, ne poussaient dans cette île que des avant-gardes du taillis, par exemple quelques arbustes épineux d'Acacia, des graminées isolées (*Aristida*) et encore un petit nombre d'autres plantes qui pouvaient se contenter d'une terre pauvre en humus.

Mais il n'est pas nécessaire de s'éloigner bien loin de la mer pour laisser derrière soi le *Coccoloba* et les autres plantes caractéristiques des bords sablonneux, et pour trouver le taillis xérophile (voyez planche 13). En voici le caractère principal : La hauteur moyenne du taillis est de 3 à 4 mètres, et l'on peut dire que les plantes les plus fréquentes y parviennent ; les arbres sont naturellement plus hauts, mais n'étant point du tout aussi nombreux que les arbustes (du moins pour ce qui concerne le nombre des individus), ils ne présentent qu'une minorité. Il y a un nombre assez considérable d'arbustes plus petits, d'arbustes nains et de plantes herbacées, mais ce ne sont pas là des éléments très prononcés.

L'épaisseur du taillis est considérable et devient sensiblement redoublée par les lianes. Dans plusieurs endroits, il n'est guère possible de se frayer un passage à travers le hallier. De petites places ouvertes sont occupées par des Agaves et des Cactées ou bien par le *Bromelia Pinguin* L., ce qui ne fait qu'empirer la chose. Pourtant on trouve de temps en temps des lieux isolés, couverts d'une petite graminée soyeuse (*Aristida*) et entourés d'arbustes de Croton, de hauteur peu considérable, mais ces clai rières ne sont peut-être pas formées par la nature. En haut d'une des collines on avait déboisé une pièce de terre, assurément avec l'intention d'y cultiver des plantes ; mais on n'avait pas encore commencé d'y faire de la culture. Après avoir mis le feu aux taillis, on coupait les arbustes et les brûlait ensuite. Tout autour de cette place on voyait des arbustes de Croton, pas encore abattus, mais montrant des traces du feu et dont les feuilles s'étaient enroulées sous l'influence de la chaleur. Pourtant le *Bromelia Pinguin* n'avait pas du tout changé de forme, mais la couleur brunâtre et la sécheresse des plantes furent des témoins évidents de la dévastation.

---

(1) Eggers : *St. Croix's Flora* (Vid Meddel, Naturh. Foren, Kbhvn. 1876). — *The Flora of St. Croix and the Virgin Islands* (Bull. Un. States National Mus. Nr. 13, 1879).

Tout le taillis avait un air gris, chose due aux poils gris qui couvraient les feuilles de plusieurs des plantes qui s'y trouvaient. Les arbres n'avaient pas des feuilles poilues, du moins jamais à un degré considérable, mais la plupart des arbustes, du moins en comptant les individus, avait les feuilles revêtues de poils nombreux, souvent en forme d'étoiles. Les arbustes nains et les plantes herbacées même étaient souvent couverts de poils.

Il y a encore une chose qui caractérise ces taillis, une chose dont j'ai déjà fait mention, c'est à-dire les épines. Il suffit de pénétrer très peu dans les taillis pour non seulement apercevoir mais aussi sentir combien ces épines sont nombreuses. Les Cactées, par exemple, sont très épineuses, le *Cereus* et les grandes espèces du genre *Opuntia* sont aussi déjà assez effrayants, mais la plante qui est la pire de toutes, c'est une petite espèce de ce dernier genre : l'*Opuntia humilis* Haw. Quand les épines, extrêmement pointues, se sont fixées sur une personne elles peuvent percer tout vêtement — une ou plusieurs articulations se détachent de la plante mère et restent suspendues et si vous y touchez, elles s'attachent à vos doigts. Puisque une telle articulation s'enracine très facilement, partout où elle tombe à terre, la plante possède dans ses épines et dans la facilité avec laquelle ses articulations se détachent, un excellent moyen de propagation.

Nous pouvons encore citer pour exemples plusieurs plantes épineuses, comme les Acacias, le *Randia aculeata* L., le *Pithecolobium unguis-cati* Benth. et les Agaves qui sont tous à compter parmi les plantes les plus fréquentes. Une promenade à travers ces taillis est très fatigante, mais le plus difficile c'est de pénétrer là où tout le terrain sous les arbustes est occupé par le *Bromelia Pinguin*, une plante ressemblant à l'ananas. Ici, les exemplaires se dressent l'un à côté de l'autre avec de longues feuilles courbées qui portent aux bords de grandes épines pointues. Cette plante a fait mourir tout autre végétation, couvrant le sol, qui, en général, ne manque complètement pas dans les taillis. Il n'y a que quelques graminées, de hauteur d'homme, qui s'élèvent au-dessus de cette végétation.

Pour faciliter et simplifier l'aperçu général des plantes qui composent ces bocages, on pourrait distinguer six classes différentes : arbres, arbustes, plantes herbacées, plantes grasses, lianes et épiphytes. Nous allons ainsi considérer chacune de ces classes séparément, mais puisqu'il y a partout des plantes intermédiaires, une telle classification est naturellement artificielle.

Les arbres ne deviennent jamais bien grands et atteignent au plus 7 à 8 mètres de hauteur. Ils étaient tous — du moins pour ce qui concerne les pentes orientales — visiblement pliés vers l'ouest, chose dont on doit chercher l'explication dans les effets de l'alizé du sud-est qui avec intensité y souffle. Cette chose se remarquait pourtant bien plus distinctement et d'une manière toute frappante aux places où la végétation poussait jusqu'aux bords de la mer — le vent était ici dans le port apaisé par les hautes collines opposées.

Parmi les arbres les plus grands se remarquait le *Crescentia Cujete* L., le Calebassier, dont les fleurs et les fruits ronds, grands comme une tête d'homme, se trouvent placés directement sur le tronc et sur les grosses branches (Pl. 13). De plus, on rencontre le *Pisonia subcordata* W., une nyctaginée, qui a quelque ressemblance avec le Poirier et qui atteint souvent une grandeur considérable. Il paraît être un caractère propre de cet arbre que la partie supérieure des racines principales (tout près du tronc) se trouve toujours au dessus du sol — du moins nous n'en avons vu aucun exemplaire qui ne montrât pas cette qualité particulière.

On voyait parmi les arbres plus petits, le *Comocladia ilicifolia* Sw. (1), un arbre bas, à feuilles pennées et épineuses, l'*Elæodendron xylocarpum* DC. à feuilles ovales, très épaisses et raides, le

---

(1) Cette plante paraissait quelquefois avec des folioles à une seule épine, au lieu de trois qui se trouvent ordinairement.

Bucida Buceras L. et le *Tecoma leucoxylon* Mart. Ces deux derniers n'étaient ici que de petits arbres, presque des arbustes, tandis que sous des conditions plus favorables ils peuvent prendre des dimensions considérables. Il faut encore nommer le *Plumieria alba* L., dont l'apparence singulière dépend de ce que les branches épaisses sont dépourvues de feuilles jusqu'au sommet, où se trouvent des bouquets de feuilles, feutrées et blanches à la face inférieure.

Excepté cette dernière Apocynée qui, en tout, diffère considérablement des autres plantes, par exemple par son son suc laiteux, tous les arbres nommés dans ce qui précède avaient des feuilles plus ou moins brillantes, généralement raides et coriaces à un degré varié. Ce sont là des qualités particulières qui se retrouvent chez un grand nombre des autres arbres des tropiques poussant dans des contrées bien sèches.

Par ces feuilles lisses et brillantes les arbres sont en vive opposition avec les arbustes dont la plupart, comme nous l'avons dit déjà, ont des feuilles revêtues de poils nombreux. (Ici il ne faut naturellement pas penser aux arbres qui, par exception ou dans leurs premières années seulement, apparaissent comme des arbustes). La hauteur des arbustes varie; les plus grands d'entre eux s'élèvent un peu au-dessus de la hauteur de l'homme, tandis que les plus petits font transition avec les arbustes nains et les plantes herbacées. Avant tout, il faut nommer le genre *Croton*, dont deux espèces, le *C. flavens* L. et le *C. astroites* Ait., sont très fréquentes. Ces deux arbustes étaient hauts de deux à trois mètres, mais quelquefois ils devenaient encore plus grands, quoique cela n'arrivât que rarement. A Cruz Bay, à St. Jan, le *C. flavens* poussait à un certain endroit, entouré de quelques arbres assez petits (le *Tecoma stans* Juss. et quelques espèces du genre *Acacia*). Ici l'arbuste s'élevait bien en l'air et ressemblait fort avec ses troncs et sa couronne à un grand Lilas. Evidemment, il avait eu une grande concurrence ici. Cet arbuste avait pourtant la même apparence à une autre place à Orkanöen, où il n'y avait pas, excepté le *Bromelia Pinguin* et les Agaves, d'autres plantes que cet arbuste, qui ne pas créait pas même une formation bien épaisse; pourtant il atteignait cinq à six mètres de hauteur.

A côté des espèces du genre *Croton* nous pouvons citer les *Lantana involucrata* L. et *camara* L., le *Corchorus hirsutus* L. et le

Melochia tomentosa L., tous des plantes qui, par leur apparence, se rapprochent beaucoup des Crotons. Ils ont les mêmes feuilles grises, revêtues de poils, et sont évidemment accommodés aux circonstances sèches dans lesquelles ils vivent. On en voyait de nombreux exemplaires dans le taillis où prédominait quelquefois l'un, quelquefois un autre d'entre eux. Ils étaient tous très faciles à reconnaître : le *Melochia* avec ses fleurs lilas, le *Corchorus* avec ses fruits, revêtus de poils nombreux, et le *Lantana* avec ses feuilles à nervation réticulée. Parmi les autres arbustes revêtus de poils, je nommerai encore le *Wedelia buphthalmoides* Gris., des espèces du genre *Solanum* (aussi souvent épineuses), etc.

Parmi les arbustes à feuilles lisses nous voulons surtout nommer les Acacias. Dans la lumière du soleil les feuilles pennées de ces arbres étaient pliées, et ainsi elles pouvaient se passer de poils et d'autres organes protecteurs qui en ce cas manquaient absolument. (Voyez pourtant plus bas dans le chapitre de l'anatomie). Encore on doit remarquer le *Leucœna glauca* Benth. et le *Pithecolobium unguis-cati*. La dernière de ces deux plantes a, comme les Acacias, des stipules en forme d'épines. Peut-être aurait-on pu les mettre parmi les arbres, puisque les Acacias en ont souvent la forme (il est vrai pourtant qu'ils ne sont jamais d'une grandeur considérable). Leurs couronnes déployées avaient une forme bien curieuse et ressemblaient fort à des ombrelles. Citons aussi le *Randia aculeata*, le *Citharexylum cinereum* L., l'*Antherylium Rohrii* Vahl., le *Tricera lævigata* Sw., des espèces du genre *Cordia* et d'autres encore. Toutes les plantes que je viens de nommer sont d'un vert plus ou moins vif, ne portent pas souvent de poils, et, s'il en est ainsi, ce n'est qu'à un degré peu considérable; mais la plupart d'entre elles sont épineuses. Elles jouent un rôle bien moins remarquable que les arbustes revêtus de poils.

Un grand nombre des plantes dont était formé le taillis, par exemple le *Capraria*, les *Indigofera* (lisses), le *Turnera* et le *Waltheria* (couverts de poils) se présentent, pour un observateur superficiel, seulement comme des plantes herbacées très grandes, car leur apparence n'est point celle d'un arbuste, même si elles atteignent quelquefois la hauteur d'un ou de plusieurs mètres. Au point de vue botanique et scientifique elles ont toutes plus ou moins la nature d'arbustes, quoiqu'on ne puisse pas dire qu'elles soient des arbustes proprement dits. Ainsi on voit par exemple que les deux premières des plantes que je viens de nommer ont des pousses qui ne sont pas entièrement ligneuses. Pourtant il est impossible de fixer des limites précises entre l'arbuste et la plante herbacée. Le nombre des plantes qui par Grisebach, dans sa « Flora of the british Westindian Islands » sont nommées « Suffrutescent herbs » ou « suffrutescent herbs or shrubs » n'est pas petit. Ici, l'on doit remarquer que le mot « suffrutex » (sous-arbrisseau) n'est point par Grisebach employé dans le même sens que chez nous, c'est-à-dire au sujet des plantes dont les parties souterraines ou celles qui se trouvent immédiatement au dessus du sol sont pérennantes et ligneuses. De ces parties-ci sortent, si cela n'arrive pas tous les ans, au moins de temps à autre, de nouvelles pousses (1), ici plus entièrement ligneuses que chez les plantes herbacées vivaces. Dans cette catégorie, il faut compter, par exemple, les trois premières des plantes nommées tout à l'heure, tandis que la dernière d'entre elles doit être considérée comme un arbrisseau. En tout cas, la différence n'est pas grande. Il y a un très grand nombre de plantes intermédiaires entre les arbustes à pousses entièrement ligneuses et les plantes moins ligneuses, par exemple le *Capraria*, le *Waltheria* et le *Sida*. Presque aussi nombreux sont les exemples de transition de ces plantes moins ligneuses à celles qu'on pourrait regarder sans hésitation comme des plantes herbacées à cause de leur grandeur, de leur apparence, etc., mais qui sont presque toutes plus ou moins ligneuses pour ce qui concerne les parties formant la base. (Dans toutes les contrées sèches, la lignification est généralement très commune et très prononcée). Je veux en citer quelques exemples : l'*Ocimum micranthum* W., l'*Acanthospermum humile* DC. et le *Mollugo nudicaulis* Lam., cette dernière occupe une place particulière, puisque c'est la seule plante à feuilles en rosette (si l'on ne veut pas compter les Agaves et les Broméliacées). Le rhizome court et ligneux de cette plante porte un grand nombre de feuilles spatulées et des scapes sans feuilles, qui ont une douzaine de centimètres de hauteur. Il faut encore nommer plusieurs espèces de *Sida* et en outre le *Bouchea Ehrenbergii* Cham., l'*Euphorbia pilulifera* L., le *Justicia reflexiflora* Rich., etc. Ensuite on doit remarquer les plantes, proprement dites herbacées, qui ne sont ici représentées que par quelques graminées et par le *Commelina elegans*. Par Grisebach, toutes (ou presque toutes) ces plantes-ci sont dites annuelles. Il est vrai qu'on ne peut pas réfuter cet argument avec des raisons solides, mais il est possible que pourtant il ne soit pas complètement juste. C'est que nous avons récolté ces plantes au mois de janvier, et alors la plupart d'entre elles étaient en fleurs. Il est à remarquer que cela fut pendant la saison la plus sèche, pour la végétation correspondant à notre hiver, ainsi une époque où les plantes ne devaient point exister. Comme l'année en question fut beaucoup plus pluvieuse qu'elles ne le sont à l'ordinaire (il n'était pas rare qu'il tombât de pluie au mois de janvier), nous pouvons peut-être admettre que les plantes dites « annuelles » ne sont pas absolument annuelles, mais peuvent, en années favorables, continuer à vivre au-dessus de leur âge normal.

---

(1) Warming : *Lagoa Santa*, p. 211.

Du reste il n'y a rien de particulier qui nous fasse supposer l'existence de plantes annuelles dans un climat où — comme le dit M. Eggers — une saison pluvieuse en opposition à une saison sèche n'existe point. Il peut pleuvoir pendant toutes les saisons.

D'après M. Eggers, le mois le plus sec, c'est à-dire janvier (en moyenne de 22 années) a eu un pouce (anglais) de pluie, tandis que le mois le plus humide, octobre, en a eu sept. Mais la pluie n'est distribuée de la même manière ni d'après les mois de différentes années ni d'après les diverses contrées dans les îles. Ainsi il est probable que les plantes vivent jusqu'à ce que vienne une époque sèche, qu'elles meurent alors, mais qu'elles ne meurent pas chaque année quand arrive « la saison sèche ». Il y faut pourtant remarquer ce qui suit : 1° Il est possible qu'il existe des plantes proprement dites annuelles qui n'ont vécu que sous la forme de graines lorsque nous étions aux Indes occidentales. Cela ne change pas l'état des choses pour ce qui concerne les espèces nommées. 2° Il y a quelques arbres qui (d'après Eggers) s'effeuillent dans les mois les plus secs et qui se recouvrent de feuilles aussitôt qu'il a tombé assez de pluie. Parmi ceux-ci il faudra ranger, par exemple, l'*Eriodendron anfractuosum* DC. (au mois de janvier 1896 cet arbre-ci n'était qu'en partie couvert de feuilles) et encore d'autres ; — à « Water Island » on trouvait, quoiqu'en ce moment il fît assez humide, plusieurs arbustes ou petits arbres tout à fait défeuillés.

Ainsi il existe des interruptions périodiques dans l'époque de la végétation — mais cela seulement chez un petit nombre de plantes ligneuses qui sont bien plus exposées au vent et au soleil que les plantes herbacées.

Mais ce qui serait d'une importance bien plus grande, serait l'apparition des sous-arbrisseaux, proprement dits, c'est-à-dire des plantes dans lesquelles certaines parties des pousses meurent annuellement et se remplacent par de nouvelles qui se développent des parties inférieures. S'il y a ici des plantes de cette catégorie, on peut aussi supposer qu'il y a des plantes annuelles. Car alors on saurait que les conditions de vie peuvent être si mauvaises que les jeunes pousses, guère ligneuses, en meurent, et naturellement il s'ensuit que des plantes herbacées ou faiblement ligneuses peuvent aussi en mourir.

Mais parmi les demi-arbustes typiques je n'en puis nommer aucun ; — il se peut pourtant qu'en faisant des recherches plus exactes et précises on pourrait en trouver quelques-uns.

Enfin il faut remarquer qu'on trouvait bien rarement des mousses dans le taillis ; presque partout la terre nue, pierreuse et rouge-brunâtre paraissait à travers la couverture de plantes peu épaisse.

Pour ce qui concerne les plantes grasses il n'y a pas bien des choses à dire.

L'*Agave americana* L. et le *Fourcroya gigantea* Vent. (la première de ces plantes porte des épines le long des bords de la feuille, mais l'autre en manque absolument) étaient bien fréquents ; une seule feuille atteignait souvent 2 mètres de longueur. Il n'était pas rare de trouver des exemplaires, ayant fleuri ou devant fleurir, car la fleuraison semble se passer simultanément pour toutes les plantes, c'est-à-dire à la fin du mois de janvier ; peu de temps avant notre départ de l'île nous avons vu les premières fleurs.

Le *Bromelia Pinguin* dont j'ai déjà parlé souvent était une des plantes les plus fréquentes. Comme l'Agave il a une rosette de feuilles assez longues tout près du sol, mais ces feuilles sont plus fines, plus épineuses, et en même temps moins charnues.

Les Cactées ne se trouvaient point ici en aussi grande abondance que dans les bocages secs de Saint-Croix. Pourtant, il faut dire que la grande Cactée, figurant des colonnes (le *Cereus* *floccosus* Hort. Ber.) l'*Opuntia Tuna* Mill. et le petit *Op. humilis* étaient très ordinaires.

Les Lianes, au contraire, étaient comparativement bien représentées. Le *Bignonia unguis* L. grimpait en haut des troncs à l'aide de ses « griffes », espèce de petits crochets, 3 pour chacune des feuilles. Malheureusement nous ne l'avons vu nulle part en fleurs (Des fruits longs de 60-70 centimètres furent trouvés à Saint-Jan.) Le joli *Metastelma albiflorum* Gr. avec ses nombreuses fleurs blanches était une liane rampante comme les Passiflorées et les espèces du genre *Ipomœa*. De ce dernier genre surtout l'*Ipomœa arenaria* Steud. était très ordinaire et couvrait les arbres et les arbrisseaux avec les belles fleurs lilas. L'*Heteropteris*, qui est une Malpighiacée à fleurs jaunes et le charmant *Serjania lucida* Schum. étaient aussi de belles décorations partout où ils se rencontraient, tandis que les deux Légumineuses, le *Centrosema* et le *Galactia* avaient peu d'apparence. L'*Echites suberecta* Jacq. (Apocynée) à follicules longues d'une douzaine de centimètres, le *Cissus trifoliata* L. à jolies fleurs grisâtres et à feuilles digitées-ternées, le *Tragia volubilis* L. (Euphorbiacée) et l'arbuste rampant, *Tournefortia volubilis* L. (Borraginée) nous servent d'autres exemples.

Sur une pente à l'est de l'île, les lianes avaient, pour ainsi dire, formé un vrai pavillon d'été, ils pendaient comme un tressage épais du bord de la couronne d'un *Pisonia*. Au-dessous de la couronne la terre ne portait point de végétation.

Les tropiques sont, comme on le sait, le domicile des épiphytes ; tous les voyageurs racontent qu'il y en a de nombreuses espèces et que les manières dont vivent ces plantes sont bien différentes. Aux Indes Occidentales on en trouve un grand nombre, et Schimper (1) nous en a donné un aperçu en 1884. Mais parmi le grand nombre d'épiphytes dont parle cet auteur il n'y a qu'un assez petit nombre aux Antilles danoises, ce qui est un signe de plus de l'aridité et la pauvreté de nos îles en comparaison avec plusieurs des autres Antilles. Ainsi, à propos d'Orkanöen qui pour sûr est une des plus arides et des plus des stériles, nous pouvons dire que les Orchidées et les Aracées manquaient absolument — du moins, nous n'en avons vu aucune — et que les épiphytes étaient représentées par un seul genre : le *Tillandsia*. Deux espèces de ce genre, les *T. utriculata* L. et *recurvata* L. étaient très fréquentes. On les voyait sur toutes sortes d'arbustes et d'arbres, aux branches desquels elles rampaient à l'aide de petites racines adaptées à cet usage. Il est sûr qu'elles s'y accrochaient très bien, car on pouvait voir des exemplaires de la grande espèce, *T. utriculata*, avec ses feuilles, longues d'un mètre, attachés à une petite branche qui n'avait pas même l'épaisseur d'un doigt (planche 13).

---

(1) Schimper : *Die Epiphyten Westindiens* (Botan. Centralbl. XVII, 1884).

A l'aide de petits poils qui couvrent les feuilles, ces plantes absorbent l'humidité de l'air. Dans les grandes gaines des feuilles du *T. utriculata* il y avait souvent des litres d'eau qui tombait quand la feuille se renversait, et encore on pouvait y trouver de l'humus, des restes de feuilles, de petits animaux, des Scolopendres et bien d'autres choses. Il est à supposer que la plante subsiste par ces restes organiques.

En parlant des épiphytes nous pouvons aussi citer les parasites, représentés, pour ce qui concerne les plantes supérieures, presque seulement par le *Loranthus emarginatus* Sw., puisque l'autre Loranthacée (*Phoradendron*), vivant aux Indes occidentales, est très rare. Le *Loranthus* se rencontrait très souvent dans le taillis, vivant sur les arbres et les arbustes qu'il enlace et dans lesquels il enfonce ses racines fibreuses. Il pousse sur les branches mais n'arrive jamais jusqu'au sol, et ainsi il est un vrai parasite (1).

---

(1) Pendant notre séjour aux Indes Occidentales nous avons trouvé le *Loranthus emarginatus*, vivant sur les plantes suivantes : le *Pisonia subcordata* (très souvent), le *Croton astroites* (souvent), l'*Antherylium Rohrii* (souvent), le *Nerium Oleander* (dans le jardin du gouverneur de St. Jan), l'*Anona* sp., le *Crescentia Cujete*.

(A suivre).

LES CONDITIONS DE RÉUSSITE DES GREFFES

par M. Lucien **DANIEL**

I. — HISTORIQUE.

A peine la greffe était-elle connue que l'on cherchait déjà à se rendre compte des lois qui règlent la reprise par greffe de plantes différentes.

Aristote (1), au IV^e siècle avant J.-C., constatait que la greffe, pour réussir, doit se faire seulement entre *végétaux semblables* et présentant une « *certaine analogie* ». Une telle définition n'est évidemment point compromettante, car elle ne dit point en quoi consistent la similitude et l'analogie.

Son disciple Théophraste (2) est plus précis : « il faut, dit-il, pour que la greffe réussisse, observer la *concordance des sèves* et veiller à la *similitude des écorces* ; faire en sorte que les arbres que l'on greffe aient la *même précocité* pour la *pousse des feuilles* et la *maturité des fruits* et qu'ils vivent dans des *sols semblables.* »

Ibn-al-Awam (3), célèbre agronome arabe du XII^e siècle, va plus loin encore. Il divise les arbres en trois catégories :

1° Les arbres *oléagineux* (Olivier, Laurier, Lentisque, etc.) ;

2° Les arbres *gommeux* (Pêcher, Cerisier, Abricotier, etc.) ;

3° Les arbres *aqueux* qui comprennent eux-mêmes deux sections : les arbres à *feuilles caduques* (Coignassier, Pommier, etc), et les arbres à *feuilles persistantes* (Myrte, Cyprès, Chêne vert, etc.).

D'après cet auteur, aucune espèce de chaque catégorie ne reprend sur des espèces de catégories ou de sections différentes, mais la plupart des espèces de chaque catégorie se soudent volontiers. Ainsi les arbres résineux se greffent mutuellement de l'un à l'autre.

Plus tard, Duhamel du Monceau (4), après avoir montré que la greffe entre deux plantes quelconques n'est point possible comme l'avaient cru la plupart des auteurs de l'antiquité et du moyen-âge, cherche à compléter et à préciser l'analogie dont avaient parlé Aristode et Théophraste.

---

(1) Aristote : *De plantis.*

(2) Théophraste : *De causis plantarum.*

(3) Ibn-al-Awam : *Le livre de l'Agriculture*, chap. VIII.

(4) Duhamel du Monceau : *Physique des arbres*, 1758.

« Pour que le greffon, dit-il, se soude et s'incorpore au sujet, il est nécessaire qu'il y ait entre ces deux plantes divers rapports dont les plus essentiels sont :

1° Une ressemblance suffisante entre le *grain de leurs bois*, leur *pesanteur relative*, leùr *dureté*, leur *force*, leur *facilité à se plier, à se casser net* ; entre la qualité de leurs *sucs gommeux*, *laiteux* ou *résineux*, etc. ; entre leurs *saveurs* et *odeurs* insipides, douces, suaves, acides, âcres, caustiques, aromatiques, amères, fétides,etc. ;

2° Que les *temps* de leurs *sèves*, de leur *fleuraison* et de la *maturation de leurs fruits* soient les mêmes ;

3° Que la végétation soit à peu près *égale en vigueur* dans le sujet et le greffon ;

4° Que la *grandeur* soit à peu près *la même ou au moins proportionnée* entre le sujet et le greffon. C'est de là que dépend la durée des greffes tout autant que de l'égalité dans la force de leur végétation.

Cette fois, on ne peut faire à Duhamel du Monceau le même reproche qu'à Aristote. L'analogie est définie d'une façon telle que, s'il en était vraiment ainsi, bien peu de plantes seraient susceptibles d'être greffées, surtout en considérant la greffe au point de vue purement utilitaire. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir sur ce sujet dans le cours du présent travail.

Un peu après la publication de la « *Physique des arbres* », Adanson (1) établit le principe de la « *parenté botanique en fait de greffage*, » principe encore adopté aujourd'hui par les botanistes et les praticiens. D'après Adanson, « *deux plantes ne peuvent se greffer avec succès l'une sur l'autre que si elles appartiennent à la même espèce ou au moins au même genre.* »

Tout d'abord adopté sans réserves, ce principe ne fut point toujours confirmé par les faits. De nombreux succès entre plantes de genres différents en firent modifier l'énoncé et ajouter : « *à la même famille.* »

---

(1) Adanson : *Famille des plantes*, 1768.

Comme on ne connaissait aucun exemple de greffes réussissant entre plantes de familles différentes, de Candolle eut l'idée d'appliquer le principe d'Adanson à la classification botanique dans les cas embarrassants. La réussite de la greffe entre plantes litigieuses indiquait leurs affinités réelles. Ainsi l'*Hortensia* était placée près Viornes (Caprifoliacées) par certains botanistes quand d'autres la rapprochaient des Hydrangées (Saxifragées).

De Candolle proposa, en 1811, au baron Tschudy, de résoudre la question par la greffe. L'*Hortensia* ayant repris sur un *Hydrangea* par le procédé de la greffe herbacée, de Candolle (1), et depuis tous les classificateurs ont placé cette plante dans le genre *Hydrangea* sous le nom d'*Hydrangea Hortensia* (Saxifragées).

Dans ces conditions, c'était admettre que la similitude des caractères tirés de la reproduction dans les plantes, *caractères dominateurs* pour la classification, entraînait fatalement la similitude dans les appareils végétatifs et la nutrition générale (2).

Or, dans une même famille, un même genre et parfois une même espèce, on peut trouver des plantes fort dissemblables comme taille, vigueur, mode de vie ; des plantes herbacées et des plantes ligneuses ; des plantes naines et des plantes de grande taille, etc. La variété est tout aussi grande dans la qualité ou la quantité de produits divers que contiennent les tissus de ces plantes.

On conçoit dès lors que l'application du principe de la parenté botanique à la greffe et à la classification devait entraîner plus d'un mécompte. L'exemple le plus remarquable que l'on puisse citer sous ce rapport est sans contredit celui du Poirier relativement à certaines Rosacées. Le Poirier se greffe très difficilement sur le Pommier, son voisin le plus immédiat dans la classification, tandis qu'il réussit très bien sur le Coignassier et l'Épine blanche, qui appartiennent à des genres différents.

Si, pour sauver la situation, on fait du Pommier un genre *Malus* distinct du genre *Pirus*, on n'expliquera point pourquoi le Poirier reprend très facilement sur le Coignassier, quand le Coignassier ne peut se greffer sur le Poirier. En effet, on ne peut dire, puisqu'il s'agit alors de greffes inverses effectuées entre *les deux mêmes plantes*, que *la parenté botanique a varié.*

---

(1) De Candolle : *Physiologie végétale*, Paris.

(2) Cette conclusion est si bien contenue implicitement dans cette application que M. Duchartre, analysant ma note : *Sur la greffe des parties souterraines des plantes*, C. R., 21 septembre 1891, s'exprimait ainsi : « L'analogie entre genres voisins et les espèces d'un même genre porte non seulement sur la ressemblance des organes extérieurs, mais encore sur la structure intérieure et par conséquent peut amener des résultats physiologiques analogues » (Journal de la Société nationale d'Horticulture de France, cahier de septembre 1891, page 566).

Bien qu'un pareil résultat suffise à démontrer le peu de généralité du principe de la parenté botanique en fait de greffage, on ne l'a pas abandonné pour cela et l'on a considéré le cas du Poirier comme une rare exception concernant la seule famille des Rosacées, comme si rien de semblable ne pouvait s'observer ailleurs dans le règne végétal.

Cette nouvelle conception a le grave défaut de ne s'appuyer que sur un nombre restreint de faits, concernant principalement les plantes ligneuses, les seules qu'on ait greffées de tout temps. Or le nombre de ces plantes ainsi soumises à la greffe est très petit relativement au nombre de celles qui n'ont jamais été greffées. Il pouvait être dangereux de généraliser dans de semblables conditions et nous verrons tout à l'heure qu'il en est bien ainsi.

De Candolle ne s'est pas contenté de conseiller l'application du principe d'Adanson à la classification. C'est lui qui a le premier fait observer que « *toute plante dépourvue de couche génératrice interne est rebelle à la greffe* ». De là découle l'impossibilité matérielle de greffer les Monocotylédones (sauf les *Yucca, Dracæna*, etc.) et les Cryptogames.

Contrairement à ce qu'en avait dit Ibn-al-Awam, la greffe des arbres à feuilles persistantes et à feuilles caduques a été démontrée possible, mais si l'on réussit facilement la greffe des arbres à feuilles persistantes sur les arbres à feuilles caduques, on considère comme impossibles les greffes inverses.

Nous ajouterons enfin que récemment Vöchting, dans un important travail, a montré qu'il existe en fait de greffe des *Unions harmoniques* et des *Unions inharmoniques*. Mais en en constatant les effets, il n'en a point précisé suffisamment les causes. C'est lui qui a introduit la question de polarité dans la greffe ; il a fait à ce sujet de nombreuses expériences sur la Betterave et le Chou Navet, et a observé des faits intéressants. Toute greffe ne reprend bien que si les cellules des deux plantes ne sont placées dans leur polarité normale, c'est-à-dire qu'elles ne doivent point être tournées de droite à gauche et vice versâ (c'est ce que nous désignerons, pour abréger, sous le nom de polarité latérale) ou renversées sens dessus dessous (c'est ce que nous appellerons désormais la polarité verticale).

En résumé, si nous laissons de côté la classification d'Ibn-al-Awam, manifestement inexacte, les conditions de réussite actuellement admises sont la polarité (Vöchting), la présence de la couche génératrice interne (de Candolle), l'analogie (Aristote) et la parenté botanique (Adanson).

Les deux premières n'ont pas besoin d'être définies. Il n'en est pas de même de l'analogie et de la parenté botanique.

L'analogie est constituée par la série des rapports suivants qui doivent exister entre le sujet et le greffon pour qu'il y ait réussite : *a*) écorces semblables en tant que forme, épaisseur et structure ; vie dans des sols semblables ; égalité dans les périodes d'entrée en végétation et de passage au repos (Théophraste) ; *b*) égalité de vigueur et de taille ; similitude des bois comme dureté, pesanteur, élasticité ; sucs semblables et mêmes produits chimiques (Duhamel du Monceau) ; *c*) même durée des feuilles (Ibn-al-Awam).

La facilité de la reprise est d'autant plus grande que la parenté botanique entre les plantes greffées est plus proche ; la famille est la dernière limite de parenté pour que le greffage soit possible.

II. — DÉFINITIONS.

Ce court historique terminé, il nous a paru utile, avant de passer à l'étude critique des faits, de définir d'une façon plus rigoureuse un certain nombre de termes parfois employés dans des sens différents par beaucoup d'auteurs. C'est, en effet, à l'absence de définitions nettes et précises qu'il faut attribuer en grande partie le désaccord qui existe entre les Anciens et les Modernes au sujet de la réussite d'un grand nombre de greffes et au sujet des limites de possibilité du greffage. Très souvent, il faut en convenir, on a nié d'une part, affirmé de l'autre, parce que l'on parlait de choses différentes.

Mais définir n'est pas toujours une chose facile.

Claude Bernard a bien fait comprendre, en effet, pourquoi toute définition rigoureuse est impossible en Histoire naturelle. Qu'on ne s'attende donc pas ici que nous donnions des définitions à l'abri de toute objection. Cependant, il est toujours utile de chercher à préciser le sens des mots que l'on emploie, à distinguer par des *mots différents*, des *choses différentes*, quand bien même on devrait passer de l'une à l'autre par une foule d'intermédiaires. On trouvera plus loin des exemples de ce genre de difficultés que nous indiquons ici et l'on verra que nos définitions auront leur utilité et même un assez haut degré de précision.

1. La Greffe et le Greffage.

La première définition à donner, c'est évidemment celle de la greffe elle-même. Quoi qu'on en ait dit, l'entente n'a jamais existé à cet égard.

Pour les uns, la greffe, c'est *l'union par soudure de plantes ou de parties de plantes,* quel que soit le mode d'union.

Pour d'autres, la greffe, c'est *l'opération par laquelle on transporte dans les tissus d'un végétal un fragment d'un autre végétal qui continue à y croître en faisant corps avec le premier.*

Ces deux définitions n'ont qu'un défaut : c'est qu'elles concernent deux choses très différentes. La première définit le *phénomène* ; la seconde définit la manière dont on le produit, c'est à-dire *l'opération* elle-même.

Nous conserverons naturellement le mot *greffe* pour désigner *l'union par soudure de deux végétaux*, leur symbiose en un mot ; nous nous servirons exclusivement du mot *greffage* pour désigner *l'opération.* Ce sera déjà une première confusion de moins.

2. Greffes par rapprochement et Greffes proprement dites.

La soudure peut être obtenue par deux procédés généraux qui produisent des symbioses bien différentes physiologiquement et que beaucoup de personnes confondent cependant sous le nom général de greffes.

Ces procédés sont d'une part le rapprochement et d'autre part les greffages proprement dits.

Le rapprochement consiste à réunir simplement deux plantes voisines qui conservent chacune leurs appareils assimilateur et absorbant. La soudure effectuée, chacune d'elles continue à vivre pour son propre compte ; elles sont presque indépendantes l'une de l'autre, car aucune des deux n'est obligée de recourir à l'absorption ou à l'assimilation de son associée.

Cette soudure est évidemment une greffe d'après la définition générale que nous adoptons et c'est ainsi que les Anciens l'avaient compris comme d'ailleurs divers auteurs modernes.

Mais comme il n'y a point d'échanges entre les deux plantes réunies, on peut dire, si l'on nous permet cette expression, que c'est *une greffe purement anatomique*. Une telle soudure ne serait point une greffe si l'on admettait comme on l'a fait parfois depuis les expériences de Duhamel du Monceau, et cela sans le préciser toujours suffisamment, qu'il y a greffe seulement quand, dans la symbiose définitive, il y a *emprunt exclusif* d'appareil assimilateur ou d'appareil absorbant d'une des plantes au moins. Dans ce dernier cas, la soudure des tissus est suivie d'un échange plus ou moins complet d'appareils végétatifs. Greffon et sujet sont intimement associés et se rendent mutuellement de tels services que parfois ils ne peuvent plus être séparés l'un de l'autre sans mourir. Il y a, si l'on peut s'exprimer ainsi, *greffe physiologique*.

Malgré ces différences capitales, Thouin, dans sa monographie des greffes, ouvrage qui a longtemps fait autorité dans la matière, a rangé dans les greffages en approche tous les procédés de rapprochement usités chez les Anciens. Or, les greffes en approche sont des greffes proprement dites ; elles diffèrent du rapprochement parce que, une fois la soudure effectuée, la greffe en approche doit être *sevrée* pour être terminée, c'est à-dire que l'on doit supprimer d'une part l'appareil assimilateur du sujet et, d'autre part, l'appareil absorbant du greffon. Dans le rapprochement, il n'y a pas de sevrage.

En ce qui nous concerne, nous ne confondons pas sous un même nom les greffages en approche et les rapprochements dont nous avons parlé plus haut, et nous admettons que ceux-ci méritent cependant le nom de greffages. Pour nettement séparer l'une de l'autre deux choses que nous croyons bien distinctes, nous distinguons deux types primordiaux de greffes.

Aux genres de symbioses qui résultent du rapprochement de deux végétaux nous donnerons désormais le nom de *greffes par* *rapprochement*. A l'union formée par deux plantes dont l'une au moins utilise en totalité l'un des appareils végétatifs de l'autre, nous donnerons le nom de *greffes proprement dites*. De cette façon, il n'y aura plus de confusion possible.

3. Greffe ordinaire et Greffe mixte.

Les greffes proprement dites doivent elles-mêmes être rangées en deux catégories : 1° les greffes ordinaires ; 2° les greffes mixtes.

Il y a *greffe ordinaire quand la plante sujet a perdu en totalité son appareil assimilateur qui est remplacé par un greffon privé lui-même en totalité de son appareil absorbant*. Cette suppression des appareils peut d'ailleurs être faite dès le début de l'opération (greffage en fente, en couronne, etc.) ; soit au début pour l'une des plantes seulement (greffages en écusson, greffages avec branche ou rameau d'appel, etc.) ; soit au bout d'un certain temps après l'opération dans les deux plantes à la fois (sevrages des greffes en approche).

La *greffe-mixte* est ce genre de symbiose que nous avons conseillé il y a quelques années (1) pour accentuer dans certains cas les effets du greffage. C'est un intermédiaire entre la greffe par rapprochement et la greffe ordinaire. Pour qu'il y ait greffe mixte, *il faut et il suffit que le sujet conserve tout ou partie de son appareil assimilateur quand le greffon est privé de son appareil absorbant tout entier ; ou bien que le sujet, étant entièrement privé de son appareil assimilateur, le greffon conserve tout ou partie de son appareil absorbant*. Par exemple, si on laisse au sujet, *à demeure*, une ou plusieurs branches feuillées, si on laisse au greffon tout ou partie de ses racines comme dans le procédé vulgairement désigné sous le nom de greffage en approche en arc-boutant, on obtient une greffe mixte.

D'après ces deux dernières définitions prises à la lettre, on pourrait se dire que la greffe ordinaire n'existe que si le sujet est réduit à ses racines. Car si l'on greffe par exemple un Pommier à deux mètres du sol, on peut objecter que ce n'est pas une greffe ordinaire qu'on réalise, mais bien une greffe mixte, puisque le sujet conserve dans sa tige une certaine quantité de chlorophylle et par suite assimile partiellement pour son propre compte. D'après cela, presque toutes les greffes usuelles seraient des greffes mixtes.

---

(1) L. Daniel : *La Greffe mixte*. C. R., 1897.

Rigoureusement parlant, on peut l'admettre, mais dans le cas dont nous venons de parler et tous ceux semblables, l'appareil assimilateur du sujet est tellement réduit par rapport à celui du greffon complètement développé qu'il devient négligeable. Les cas de ce genre seront donc ultérieurement considérés par nous comme des greffes ordinaires. Libre à chacun de les considérer comme des greffes mixtes et de trouver ainsi une foule d'intermédiaires entre la greffe mixte et la greffe ordinaire.

Quel que soit d'ailleurs la manière de voir de chacun à cet égard, ces deux catégories de greffes n'en restent pas moins, comme nous l'avons dit, nettement séparées de la greffe par rapprochement, par le sevrage, partiel ou complet suivant le cas, qu'il soit effectué avant ou après la soudure.

4. Réussite et Durée de la Greffe.

La réussite d'une greffe n'a point été jusqu'ici définie avec assez de précision. Cela tient à ce qu'en général on se propose, en greffant, des buts utilitaires variables et que, dans le langage courant, on appelle greffe réussie celle qui a donné le résultat cherché.

Si, par exemple, on cherche à développer un feuillage déterminé, on dit que la greffe est réussie dès que le greffon a développé une partie notable de l'appareil végétatif ; si l'on fait une greffe d'arbres fruitiers, on se propose d'avoir pendant de nombreuses années du fruit du greffon ; par suite on exigera, pour que la greffe soit considérée comme réussie. une fructification répétée de nombreuses fois et l'on considèrerait la greffe comme manquée si l'arbre mourait après avoir fourni un petit nombre de récoltes.

Qui ne voit, d'après ces exemples, que l'on applique les mêmes mots à des choses essentiellement différentes et que même parfois, comme dans le second cas, on fait intervenir une idée nouvelle, celle de la durée de la greffe. La durée est évidemment une question qui, au point de vue utilitaire, est de la plus haute importance, mais qui ne saurait être prise en considération quand il s'agit de définir la réussite d'une greffe.

Ceci posé, puisque nous avons distingué deux catégories de greffes, il y a lieu de définir isolément la reprise pour chacune d'elles.

Dans le cas de la greffe par rapprochement, la définition nous semble facile à donner. *La greffe par rapprochement est réussie dès que la soudure anatomique est effectuée et devenue durable.*

Dans le cas de la greffe proprement dite, ne paraît-il pas logique de considérer comme réussie toute symbiose dans laquelle le greffon peut achever son développement, parcourir tant bien que mal son cycle végétatif, c'est-à-dire arriver à se reproduire avant sa mort ?

Nous dirons donc qu'*une greffe proprement dite est réussie quand, après avoir vécu un temps variable sur son sujet, le greffon fleurit, fructifie et donne des graines fertiles.*

Il va sans dire que dans la pratique on se proposera toujours un but utilitaire différent suivant les cas et que si cette connaissance n'est pas nécessaire pour le résultat cherché, on ne s'inquiètera nullement de savoir si la greffe est réussie dans le sens que nous avons donné à ce mot. Mais parfois la soudure est si bien obtenue, l'union intime si visible que personne ne doutera de la réussite. D'ailleurs a-t-on la curiosité de savoir si cette réussite est effective et complète, il suffit de laisser quelques exemplaires monter à graines et la preuve sera faite.

La réussite d'une greffe proprement dite étant ainsi bien définie, on voit aisément ce qui, au point de vue de la durée de la greffe, peut arriver suivant les cas :

1° La durée peut être inférieure au temps nécessité pour que la constatation de la réussite soit faite. C'est ce qui arrivera en pratique dans le cas d'une greffe de Chou cabus dont on voudrait améliorer ainsi la pomme. On récoltera quand le résultat cherché sera atteint, sans s'occuper de vérifier la réussite ;

2° La durée sera égale au temps qu'exige cette constatation de la réussite si l'on s'occupe d'une greffe de plantes annuelles et que l'on étudie l'influence de la greffe sur les graines produites par le greffon, les propriétés du sujet et du greffon qui peuvent se trouver héréditairement acquises ;

3° La durée sera supérieure au temps exigé par la réussite si, comme c'est le cas pour les arbres fruitiers, on veut obtenir des fruits pendant une série d'années.

Ce dernier résultat est celui qu'on recherche le plus souvent. Aussi, nous expliquons-nous aisément que les praticiens et même certains auteurs (1) soient arrivés à considérer comme seules greffes véritables les greffes des plantes ligneuses et la greffe des plantes herbacées comme une *opération similaire,* curieuse mais inutile.

Nous avouons ne pouvoir partager cette opinion. Les phénomènes essentiels sont les mêmes dans une greffe réussie de plantes herbacées et une greffe réussie de plantes ligneuses. Et il n'est pas plus logique de distinguer les greffes herbacées et les greffes ligneuses que de classer les plantes en y distinguant deux grandes catégories, les herbes et les arbres. Ne reculons pas jusqu'à Tournefort.

Maintenant que les principales notions relatives à la greffe ont été précisées, nous allons entrer dans l'étude des faits.

III. — CONDITIONS DE RÉUSSITE DES GREFFES.

Les conditions de réussite des greffes comprennent tout ce qui est nécessaire au maintien de la soudure entre le sujet et le greffon et à l'entretien de leur existence commune. Elles sont nombreuses et variées.

D'une façon générale on peut les diviser en deux catégories : 1° Les unes sont *extrinsèques*, c'est-à-dire indépendantes, en grande partie du moins, des plantes que l'on associe : telles sont les conséquences des procédés de greffage employés et l'action du milieu extérieur (air, température, sol, etc.) ;

2° Les autres sont *intrinsèques*, c'est-à-dire dépendant de la nature particulière des plantes que l'on greffe : ce sont le mode de cicatrisation, l'analyse et la parenté botanique.

Or, la réussite de la greffe par rapprochement différant essentiellement de la réussite des greffes proprement dites, il est indispensable d'étudier séparément ces deux groupes de greffes.

A. GREFFES PAR RAPPROCHEMENT.

C'est dans ce mode de greffage que les conditions de réussite sont les moins nombreuses et ont le minimum d'importance. Nous allons successivement examiner les conditions extrinsèques et les conditions intrinsèques de réussite.

---

(1) Baltet : *L'Art de greffer*, Paris, 1898.

1. CONDITIONS EXTRINSÈQUES.

Les procédés de greffage par rapprochement forment deux groupes distincts : le rapprochement par simple compression, sans entaille préalable des tissus, et le rapprochement avec entaille.

a. **Rapprochement par compression.** — Rapprocher deux plantes sans les entamer est évidemment moins pratique pour amener la soudure rapide que d'entailler les tissus en regard dans chacune d'elles en maintenant ensuite les plaies serrées l'une contre l'autre. Mais l'absence de plaies retarde simplement la soudure sans être un obstacle absolu à la réussite, car la résistance des épidermes ou des lièges finit par cesser et la soudure des tissus s'effectue à la longue.

Ce mode de greffage, aujourd'hui délaissé, était fort en honneur chez les Anciens qui s'en servaient pour obtenir des fruits divers, sur un même arbre en apparence, mais en réalité sur plusieurs arbres soudés par leurs troncs.

L'action du milieu extérieur sur de telles greffes est évidemment nulle : *il ne saurait y avoir de conditions extrinsèques de réussite dans le rapprochement par compression,* sauf la nécessité d'assurer au début le contact entre les plantes que l'on veut réunir, si ce contrat ne s'établit pas naturellement.

b. **Rapprochement avec entaille.** — Dans les greffes avec entaille, l'action du milieu extérieur s'exerce sur les plaies aussitôt qu'on les a pratiquées et cela jusqu'à ce que le liège de cicatrisation ait recouvert les surfaces de section.

Pour que la soudure s'effectue, deux conditions extrinsèques fondamentales sont nécessaires : 1° *il faut que les plaies soient maintenues en contact aussi parfait que possible ;* 2° *il faut que les méristèmes de cicatrisation puissent se former et rester vivants jusqu'à la soudure definitive.*

Pour obtenir simultanément ces deux résultats, il est nécessaire d'employer divers procédés basés sur la connaissance des conséquences qu'entraînent les entailles effectuées.

Lorsque l'on entame les tissus des deux plantes, on supprime dans les régions sectionnées la tension transversale des cellules et l'on enlève une notable partie de l'épiderme. La moelle et les faisceaux libéro-ligneux sont en tension positive par rapport à l'écorce ; ces tissus s'allongent pendant que l'écorce subit un retrait. Le gonflement est surtout marqué dans la moelle, de telle sorte que chez les plantes où elle est abondante la surface de section ne tarde pas à prendre une forme convexe.

Les sections faites et les plaies rapprochées l'une de l'autre, la reprise se fera d'autant mieux que l'adhérence sera plus parfaite. Or, l'adhérence, phénomène physique, augmente avec la perfection des surfaces, leur netteté physique, l'étroitesse du contact, et elle cesse dès que les plaies sont éloignées d'une fraction de millimètre. La perfection des surfaces sera obtenue avec des *instruments bien tranchants ;* l'étroitesse du contact, par une ligature suffisamment serrée. Toutefois, malgré la perfection des surfaces et la ligature, l'adhérence ne sera jamais uniforme dans toute l'étendue des plaies : elle sera plus forte dans les régions correspondant à la moelle, plus faible dans les écorces à cause des différences de tension de ces régions. La tension positive des moelles favorisera la reprise ; la tension négative des écorces est au contraire un obstacle. Par le fait même de cette tension négative des écorces, celles-ci subissent un retrait. Dès lors, quelle que soit la perfection des surfaces et l'intensité de la pression exercée par la ligature, une partie plus ou moins étendue des plaies reste à l'air libre. L'épiderme enlevé avait pour fonction normale de s'opposer au passage de l'eau et des matières dissoutes. La conséquence de sa disparition, c'est donc une perte de sève par la portion extérieure des plaies, car la substance formée par les cellules blessées, leur contenu et la sève sortie à la suite de la suppression de la tension longitudinale, n'est point imperméable. De là la nécessité d'appliquer sur les plaies un mastic approprié qui s'oppose à la perte des liquides jusqu'à la cicatrisation complète.

Bien entendu, ce mastic, indispensable dans les plantes à tissus peu riches en eau, est moins utile dans la greffe des plantes demi-grasses comme le chou et il serait nuisible dans les plantes grasses où il entraînerait une pourriture plus rapide des régions entamées.

Comme toute cause qui favorise l'adhérence ou empêche la perte de la sève par les blessures s'oppose à la dessiccation des plaies, le mastic et la ligature augmentent par contre-coup la vitalité des méristèmes de cicatrisation, sauf dans les plantes grasses. Ils ont donc au début un rôle doublement utile. Mais l'utilité de ce rôle va en diminuant avec les progrès de la cicatrisation. Le mastic devient simplement inutile. Quant à la ligature, elle ne tarde pas à devenir nuisible, car la pression qu'elle exerce empêche l'accroissement en épaisseur au niveau même de la greffe, si l'on n'a pas soin de desserrer et de supprimer à temps cette ligature.

La production des tissus cicatriciels ne peut se faire au-dessous d'une température déterminée. Si ce minimum de température n'est pas atteint, il est clair que la greffe ne peut réussir.

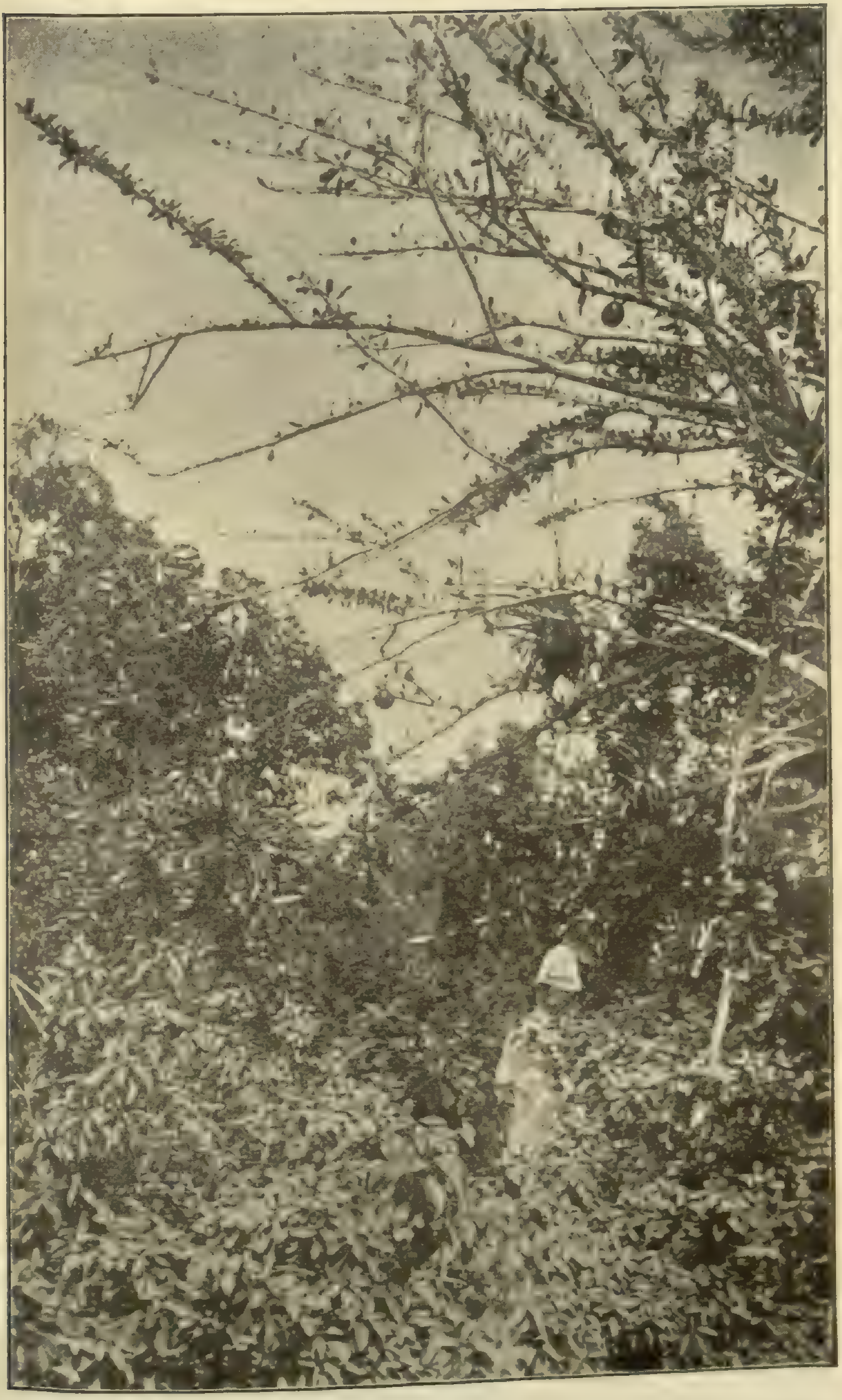
Si la température s'élève et se rapproche de l'optimum, la soudure se fera de mieux en mieux. De même une température élevée tuerait les méristèmes, tout comme le froid. C'est pour cela qu'en hiver ou dans un climat froid on ne peut réussir les greffes que sous abri vitré et sur couches chaudes.

La question de l'observance de la polarité dans la greffe dépend du greffeur : c'est donc une condition extrinsèque. Il est clair que, dans les greffes ordinaires par rapprochement où l'on assemble parallèlement greffon et sujet, la polarité latérale n'est point observée, car deux cellules en regard dans le sujet et le greffon ont leurs faces droites opposées ou leurs faces gauches suivant le côté où l'on a fait l'entaille. Cependant la réussite n'en est point empêchée pour cela.

Si l'on opère en disposant le greffon et le sujet en croix de de St-André ou surtout en croix ordinaire comme le font quelquefois les Chinois, la polarité verticale n'est même plus observée et pourtant la soudure s'effectue, bien qu'un peu plus difficilement.

(*A suivre*).

425 — Lille Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.



Phot. F. Boergesen. *Imp. Le Bigot.*

Croton, Plumieria alba, Crescentia Cujete. Tillandsia utriculata.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues speciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Costantin, maitre de Conférences l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maitre de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, docteur ès sciences, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maitre de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Grelot, docteur ès sciences.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Morkowine, docteur ès sciences, Marbourg.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, chargé de cours à la Faculté des sciences de Besançon.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, professeur à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Téodoresco, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille — Imp. Le Bigot frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Octobre 1900

N° 142

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1900

Pages

I. — SUR LA TRICOTYLIE ET L'ANATOMIE DES PLANTULES DE *PHASEOLUS* TRICOTYLÉS (avec planches et figures dans le texte), par **M. Edmond Gain** 369

II. — ANATOMIE COMPARÉE ET EXPÉRIMENTALE DES FEUILLES SOUTERRAINES (avec planches et figures dans le texte), par **M. Joseph Thomas** 394

III. — LES CONDITIONS DE RÉUSSITE DES GREFFES, par **M. Lucien Daniel** (*suite*) 405

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 17. — Plantules de *Phaseolus* tricotylés.

PLANCHE 18. — Anatomie comparée des feuilles souterraines (*Glyceria aquatica*, *Helleborus odorus*, *Asparagus officinalis*, *Colchicum autumnale*).

PLANCHE 19. — Anatomie comparée des feuilles souterraines (*Hyacinthus orientalis*, *Mentha aquatica*, *Heracleum Spondylium*, *Monotropa Hypopitys*).

Cette livraison renferme en outre vingt-quatre gravures dans le texte

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LA TRICOTYLIE ET L'ANATOMIE

DES PLANTULES DE *PHASEOLUS* TRICOTYLÉS

par **M. Edmond GAIN**

Il y a un certain temps que l'attention est attirée sur les variations du nombre des cotylédons des Dicotylédones. A. de Candolle (1) a cité des embryons à 4 cotylédons chez *Euphorbia helioscopia*, *Lepidium sativum*, *Ranunculus*. *Phaseolus*, *Solanum*, *Sinapis ramosa*. Il s'agissait là de la soudure de deux embryons. Or, quelquefois cette soudure est accompagnée de l'avortement de l'un des cotylédons ou de la fusion de deux d'entre eux. Il en résulte ainsi une tricotylie spéciale. Ce n'est pas celle dont il s'agit ici. Moquin-Tandon (2) a cru observer chez *Chenopodium Bonus-Henricus* une tricotylie qui ne résultait pas d'une soudure de deux embryons. Elle résultait plutôt d'un dédoublement sans déplacement de l'un des cotylédons d'une plantule dicotylée. Ce cas rentrerait dans le type de tricotylie asymétrique que nous avons trouvé aussi chez le *Phaseolus* et qui est figuré plus loin (planche 17, fig. 14). En 1846, Schlechtendal signale que *Physalis sommifera* présente parfois 3 cotylédons : à la même date Link montra au Congrès de Berlin une jeune petite plante de *Ribes rubrum* à 3 cotylédons chez laquelle le troisième était au-dessous des deux autres. Endlicher, plus tard, remarque aussi des embryons avec 1, 2, 3, 4 feuilles cotylédonaires. Focke a observé aussi souvent chez des hybrides de *Rubus* des plantules dont les deux cotylédons étaient divisés en trois ou quatre. Hofmeister signale des plantes tricotylédonées chez *Coffea arabica*, *Quercus pedunculata* ; et Rohrbach, chez *Silene linicaula*.

Nous écartons à dessein, de cet historique, le cas du Lin signalé par Linné en 1751. L'auteur avait cru remarquer 4 cotyles disposés en croix, dont les deux supérieurs étaient plus petits que les deux autres. Il rectifia plus tard son observation défectueuse en indiquant que les deux petites feuilles supérieures n'étaient pas des cotylédons mais des feuilles ordinaires. Cette erreur possible a certainement été évitée par les observateurs prévenus qui ont, après lui, cherché des cas de variation du nombre des cotylédons et surtout de tricotylie.

---

(1) De Candolle : *Organographie végétale*, t. 2, p. 72.

(2) Moquin-Tandon : *Éléments de Tératologie*. — Paris, 1841, p. 258.

Actuellement le nombre est grand des espèces dans lesquelles on a pu enregistrer la tricotylie (1), mais la plupart des cas connus ont été découverts par E. Junger qui a publié ses recherches de 1867 à 1871 (2). Cet auteur a examiné extérieurement les plantules à cotylédons anormaux ; il a noté les anomalies qui semblaient en résulter, et il est, je crois, le premier qui a expérimenté sur les graines issues de plantules tricotylées afin de vérifier si la tricotylie est héréditaire.

Ces détails intéressent indirectement le côté anatomique de la question, aussi croyons-nous pouvoir donner ici un résumé de ses résultats, que nous avons vérifiés en partie par nos observations et dans nos expériences.

En 1867, Junger observa la conformation tricotylée chez *Lobelia erinus*. Plusieurs capsules desséchées avaient des semences en germination qui étaient dicotylédonées ou tricotylédonées. Cette observation de plantules de deux sortes dans le même fruit permettait de conclure que la tricotylie n'est pas constante ni sur l'individu qui peut porter des graines tricotylées, ni même dans un de ses fruits. La question de l'hérédité possible n'est cependant pas éclairée par cette observation unique ; on peut admettre en effet que la tricotylie observée ici était peut-être réalisée par variation spontanée sans influence ancestrale, ou même par une cause externe spéciale. Junger remarqua aussi que l'asymétrie des cotylédons retentissait sur la régularité des premières feuilles qui se trouvent au-dessus.

Les anomalies si fréquentes que présentent les premières feuilles, soit par leurs soudures partielles, soit par leur structure asymétrique ou leur taille anormale, s'expliquent très souvent par ce fait que les plantules présentent des cotylédons anormaux.

---

(1) O. Penzig : *Pflanzen-Teratologie*, 1894.

(2) E. Junger : *Ueber Tricotyledone Embryonem — Jahresberichte der Schlesischen Gesellschaft fur Vaterlandische cultur*, t. 46, p. 137, 1868 ; t. 47, p. 74 ; t. 48, p. 15 — (Breslau).

Les plantules dicotylédonées elles-mêmes ont parfois des cotylédons anormaux, mais les irrégularités sont beaucoup plus fréquentes chez les plantules tricotylées. Parmi ces anomalies signalons les suivantes : insertion à des niveaux différents, orientation très irrégulière, parfois inverse, inégalité de taille des cotylédons, forme monstrueuse de l'un d'eux, cotylédon partiellement divisé sur une de ses faces seulement, ou sur une partie de la hauteur. *Lobelia erinus*, *Campanula medium*, *Vaccinium Vitis-idæa*, *Stellaria media*, *Phlox decussata*, *Lamium amplexicaule*, *Lamium purpureum*, *Sambucus*, *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Robinia pseudacacia*, *Iberis umbellata* lui présentèrent d'abord ces irrégularités de tricotylie qu'on peut retrouver avec leurs conséquences chez toutes les espèces tricotylées.

Junger remarqua que les tiges qui extérieurement présentent des parties saillantes peuvent en augmenter le nombre. Les tiges tricotylées de *Lamium* et de *Verbena*, par exemple, avaient six angles au lieu de quatre, et ces tiges portaient des verticilles de trois feuilles au lieu de deux feuilles opposées. La ramification, les inflorescences, le nombre des fleurs et des graines pouvaient être aussi modifiés. Par contre, il ne signala rien pour la racine, mais on voit que les modifications extérieures de la tige du *Lamium* permettaient de supposer que l'anatomie des tiges pouvait être aussi très modifiée.

Fait curieux, tandis que le *Campanula medium* dicotyle a une seule feuille primordiale, le *Campanula* tricotyle en presente deux. Ainsi la trimérie et la structure ternaire ne résultent pas forcément de la tricotylie.

L'influence de la tricotylie ne se maintient pas ordinairement jusqu'au sommet de la plante.

Les individus tricotylés produisent des verticilles trifoliés sur les premiers entre-nœuds, et souvent jusqu'au troisième entre-nœud, mais il y a ensuite le plus souvent retour à la forme dimère. Le retour arrive parfois très tard. Junger cite par exemple un *Stellaria media* tricotylé qui avait sept verticilles trimères et dont le huitième et dernier était dimère.

Une plantule tricotylée à entre-nœuds trimères, qui est revenue au type dimère, peut-elle ensuite retourner au type trimère? Malgré mes recherches dans ce but, je n'ai pas pu constater personnellement un seul cas de tige de ce genre.

Mais Junger cite le cas suivant : chez un *Lamium purpureum* les tiges étaient quadrangulaires, comme d'habitude, jusqu'au dernier verticille de feuilles. Entre celles-ci et le premier verticille de fleurs les tiges étaient à cinq angles. Les trois verticilles de fleurs inférieurs présentaient trois feuilles et plus haut la disposition des feuilles était normale, c'est-à-dire deux par deux. Il est intéressant de noter ici ce type 5 au lieu du type 6 ; il mène néanmoins à une disposition foliaire trimère ; nous avons observé aussi cette particularité chez les *Phaseolus*.

Nous avons repris aussi, sur *Phaseolus*, les tentatives de semis faites par Junger avec *Stellaria media*, *Lobelia erinus*, *Solanum nigrum*, *Vaccinium Vitis-idæa*... en vue de créer une race tricotyle.

Les résultats ont été analogues. 1° Les plantules tricotylées sont ordinairement fertiles. 2° Un fruit produit par ces plantules peut renfermer des graines tricotylées et des graines dicotylées (baies de *Solanum* et de *Vaccinium*). Comme l'a écrit Hugo de Vries (1) la tricotylie est héréditaire au même titre que les fascies et soudures. Ces anomalies peuvent être accumulées à un degré assez considérable sans toutefois produire des races absolument exemptes de réversion. Les soins spéciaux apportés à la culture sélectionnée des plantules tricotylées doivent évidemment contribuer à exagérer la proportion de graines tricotylées obtenues en quelques années d'expériences.

Un fait qui mérite d'être noté au sujet de la tricotylie c'est le grand nombre de familles végétales qui peuvent la présenter.

A la suite des travaux de Junger, déjà le nombre des genres où on connaissait cette variation dépassait 50. Ces genres sont répartis dans les diverses parties de la classification des Dicotylédones sans qu'on puisse saisir aucune relation spéciale qui conduise à une explication théorique.

Nous avons dressé à titre de documents une liste aussi complète que possible, mais qui probablement ne mentionne pas toutes les espèces à tricotylie connues (1) observées par divers auteurs chez les Angiospermes.

---

(1) Bull. Scient. du Nord de la France et de la Belgique...

Apétales. — Amarantacées (*Amaranthus*), Chenopodiacées (*Chenopodium album*, *Ch. Bonus Henricus*, *Ch. Hybridum*, *Atriplex*), Polygonées (*Polygonum dumetorum*), Salicinées (*Populus*), Corylées (*Corylus Avellana*), Quercinées (*Quercus*, *Fagus sylvatica*), Euphorbiacées (*Euphorbia*, *Mercurialis*) (2), Lauracées (*Laurus*), Protéacées (*Persconia*).

Dialypétales. — Portulacées (*Portulaca*), Saxifragées (*Saxifraga*), Grossulariées (*Ribes*), Ombellifères (*Æthusa cynapium*, *Trachymene*, *Daucus Carota*, *Œnanthe*, *Petroselinum sativum*, *Anethum graveolens*), Rosacées (*Pirus malus*, *P. communis*), Légumineuses (*Phaseolus*, *Trifolium repens*, *Colutea arborescens*, *Cercis siliquastrum*, *Gleditschia*, *Robinia*), Crucifères (*Iberis umbellata*, *Aubrietia*, *Capsella Bursa pastoris*, *Brassica*, *Cheiranthus*), Rutacées (*Ruta graveolens*, *Citrus Aurantium*, *C. decumana*), Anacardiacées (*Mangifera indica*), Acérinées (*Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*), Caryophyllees (*Stellaria media*, *Silene*, *Dianthus caryophylleus*, *Gypsophila*), Ampelidées (*Vitis*), Oxalidées (*Oxalis stricta*), Papavéracées (*Chelidonium majus*), Linées (*Linum usitatissimum*), Résédacées (*Cailusea abyssinica*), Tiliacées (*Tilia parviflora*), Violariées (*Viola*), Malvacées (*Hibiscus*), Renonculacées (*Ranunculus acer* et *R. repens*, *Delphinium Ajacis*).

Gamopétales. — Rubiacées (*Coffea*), Valérianées (*Centranthus*) Composées (*Ammobium*, *Sanvitalia*, *Ageratum*, *Arnica*, *Erigeron*, *Sonchus*, *Hieracium*, *Callistephanus chinensis*, *Achillea millefolium*, *Taraxacum*), Lobeliacées (*Lobelia erinus*), Campanulacées (*Campanula medium*, *C. rapunculoides*), Caprifoliacées (*Lonicera nigra*), Vacciniées (*Vaccinium Vitis-idæa*) Primulacées (*Primula officinalis*, *Pr. praenitens*, *Anagallis*), Solanées (*Physalis*, *Solanum nigrum*), Borraginées (*Myosotis sylvestris*), Polemoniacées (*Phlox decussata* et *Phlox Drummondi*), Convolvulacées (*Convolvulus*),

---

(1) On trouvera la bibliographie relative à beaucoup des espèces signalées ici dans Dr Harz : *Samenkunde* p. 360, et dans O. Penzig : *Pflanzen-teratologie*. 1894. Le nombre des petits mémoires qui mentionnent les monstruosités est considérable. Aussi est-il impossible de se procurer un bon nombre d'entre eux. Ceci explique pourquoi plusieurs cas de tricotylie connus depuis trente ans ne sont pas mentionnés dans l'ouvrage de Penzig, pourtant bien informé.

(2) Géneau de Lamarlière : A. F. A. S. Congrès de Boulogne, 1899, Vol. 1, p. 252.

Verbenacées (*Verbena*), Labiées (*Lamium amplexicaule*, *L. purpureum*), Scrofulariées (*Antirrhinum*, *Mimulus*, *Veronica hederefolia*, *Melampyrum*, *Digitalis*).

Dans un précédent travail, relatif à deux cas spéciaux de *Phaseolus* tricotylés, nous avons formulé une hypothèse relative à l'origine de la tricotylie (1). Nous avons supposé que peut être l'embryon était tricotylé quand une synergide était fécondée. L'oosphère restant non fécondée on aurait alors un *Phaseolus* tricotylé ordinaire ; ou bien, l'oosphère étant fécondée aussi, il en résulterait une graine à deux embryons dont l'un est tricotylé ; ce dernier cas étant assez fréquent chez les Légumineuses. Les faits expérimentaux d'hérédité s'expliqueraient alors en admettant une prédisposition héréditaire à la fécondation des synergides.

A cette hypothèse on peut en opposer une autre qui consiste à considérer la tricotylie comme ayant une cause mécanique, par exemple une certaine compression qui, en déformant la plantule, lui imprimerait une symétrie ternaire. Les faits d'hérédité s'expliquent alors peut-être plus difficilement, mais néanmoins il peut être intéressant de chercher des arguments pour ou contre cette façon de voir en faisant appel à l'étude anatomique des plantules, et aux variations de leur symétrie. Comme nous l'avons dit ailleurs on peut se procurer un nombre aussi grand qu'on le veut de plantules tricotylées de *Phaseolus* en s'adressant à la variété cultivée *Haricot beurré nain du Mont d'Or*. Nous avons reconnu que les graines, d'origines diverses de cette variété, présentaient de 18 à 80 graines tricotylées pour 1000 graines essayées. Après le triage de plusieurs essais de germination à l'étuve, nous avons fait porter notre examen anatomique sur environ 350 plantules tricotylées. Celles-ci ont été examinées pour la plupart en coupes transversales, en vue de comparer la structure de leurs parties (racine, axe hypocotylé, épicotyle) à la structure habituelle des *Phaseolus* dicotylés. On a rangé les plantules à étudier en catégories d'après la similitude d'aspect extérieur. Pour quelques-unes des plantules de chaque catégorie on a fait en quelque sorte des monographies individuelles qui ont permis de dégager certains faits généraux.

---

(1) Edmond Gain : *Sur deux cas spéciaux de tricotylie*. A. F. A. S. Congrès de Nantes, 1898.

I. — ANATOMIE DE LA PLANTULE DICOTYLÉE NORMALE (1)

Si l'on examine la position des cotylédons par rapport au reste de l'embryon d'un Haricot de constitution normale (Pl. 17, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6') on constate les faits suivants qui sont bien connus :

La tigelle est placée dans la partie concave du Haricot et près de l'une des deux extrémités (Pl. 17, fig. 1). Cette plantule dirige sa radicule vers le micropyle, et sa gemmule est engagée et comprimée entre les deux cotylédons. La tigelle et la radicule forment un petit corps cylindro-conique un peu incurvé. La partie convexe est la région extérieure qu'on peut appeler face dorsale (Pl. 17, fig. 5). La partie concave ou ventrale présente une crête longitudinale médiane qui correspond au plan de séparation des deux cotylédons entre lesquels elle est engagée (Pl. 17, fig. 3).

Si l'on détache les deux cotylédons on voit que l'un et l'autre présentent une sorte de cavité (Pl. 17, fig. 6 et 6') presque semi-cylindrique qui correspond à l'empreinte et à la place occupée par les deux moitiés ventrales gauche et droite de la tigelle. Les points d'attache (Pl. 17, fig. 3 et 4) des deux cotylédons sont presque contigus sur la face dorsale de la plantule, et écartés sur sa face ventrale. Ils forment une partie de la base du corps cylindro-conique. L'axe de celui-ci se prolonge par la gemmule qui porte deux feuilles minuscules et bien développées dont la préfoliation est à emboîtement réciproque (Pl. 17, fig. 24).

Quand la germination a débuté, la plantule ne reste plus appliquée contre les cotylédons, l'épicotyle grandit, les feuilles sortent par leur pointe supérieure (Pl. 17, fig. 2) et la cavité que la tigelle occupait est visible. Bientôt les cotyles s'écartent et les deux premières feuilles aussi. L'une de ces feuilles prend naissance du côté dorsal de la plantule et l'autre dans le même plan mais du côté ventral.

Examinons anatomiquement, séparément la racine, l'axe hypocotylé et l'épicotyle.

Anatomie de la racine. — L'organe est tout à fait symétrique par rapport à un axe. La stèle est de structure bien connue. C'est le type binaire représenté par quatre faisceaux ligneux et quatre faisceaux libériens alternes (fig 124).

---

(1) Le nombre des plantules dicotylédonées normales examinées a été d'environ 120.

Axe hypocotylé. — L'axe atteignant trois ou quatre centimètres de longueur, si l'on fait une coupe transversale dans la région moyenne on observe encore le type de symétrie binaire par rapport à un plan (fig. 125). Il y a quatre groupes de deux faisceaux (1.1'), (2.2'), (3.3'), (4.4'). Trois faisceaux se différencient dans l'intervalle de chacun des quatre groupements et en montant vers l'épicotyle on voit se former un cercle de vingt faisceaux. La symétrie binaire subsiste par rapport au plan de séparation dorso-ventral *dv* qui est aussi le plan de séparation des cotyles. A trois millimètres au dessous des cotylédons la structure de l'hypocotyle est nettement bilatérale (fig. 126). La crête médiane ventrale observée sur la jeune tigelle est ici très nette sur l'hypocotyle développé. Au contraire un sillon se trouve sur la face dorsale. L'ensemble n'est donc plus symétrique par rapport à l'axe comme c'est le cas pour la racine et la partie inférieure de l'hypocotyle. Cet ensemble est seulement symétrique par rapport au plan dorso-ventral, et la cause est une compression.

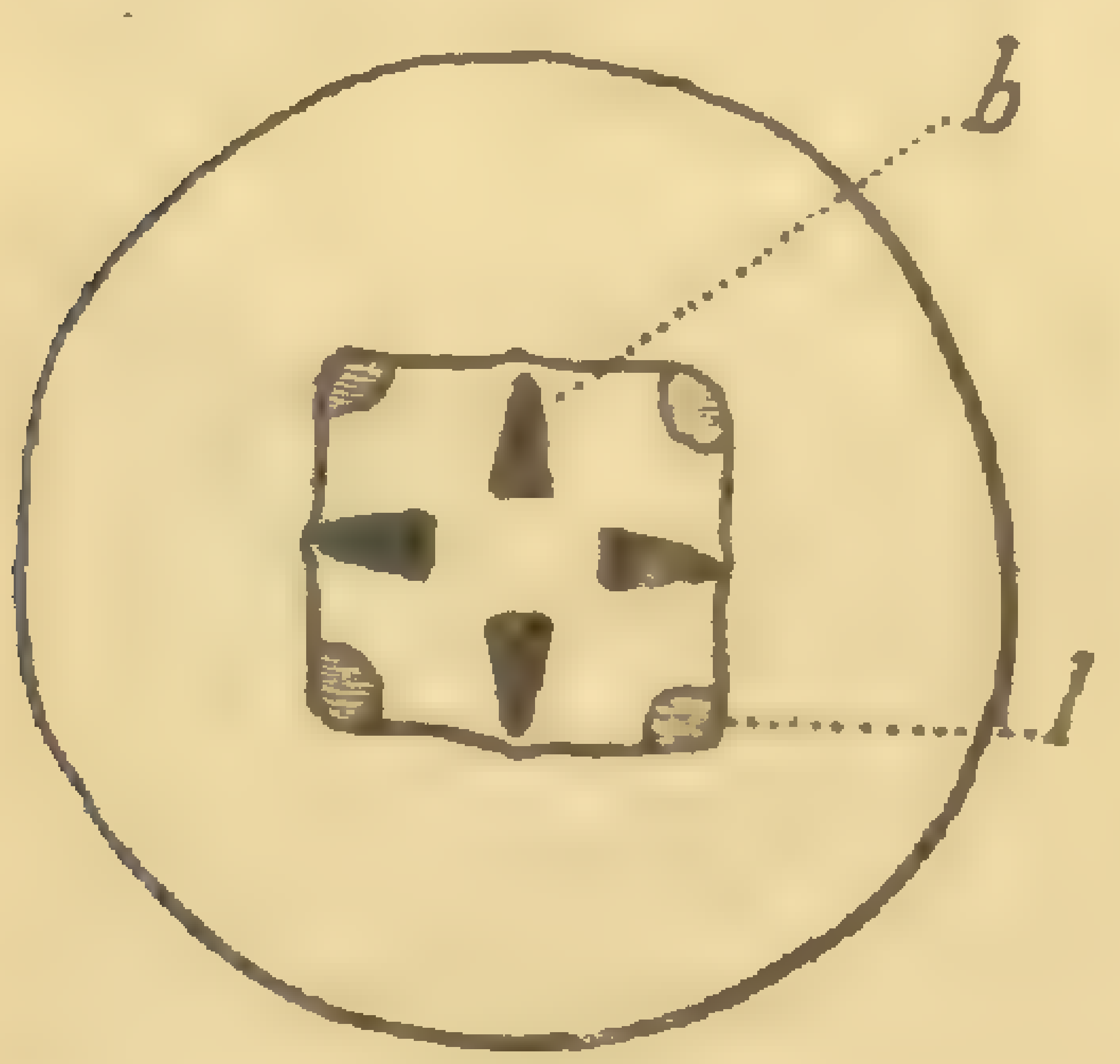


Fig. 124. — Coupe transversale de la racine principale d'une germination de *Phaseolus* dicotylé normal (schéma) — l : liber ; b : bois.

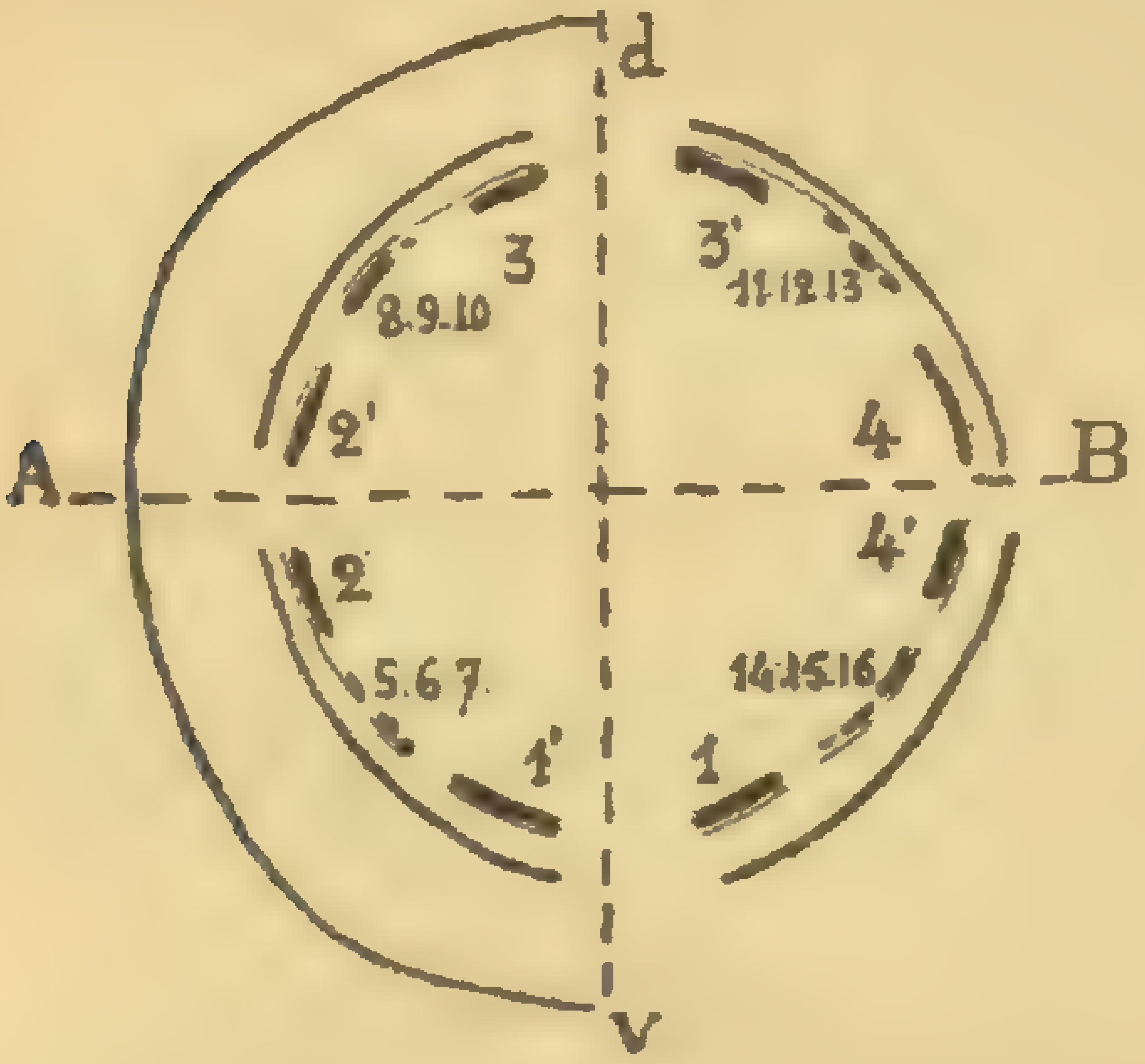


Fig. 125.

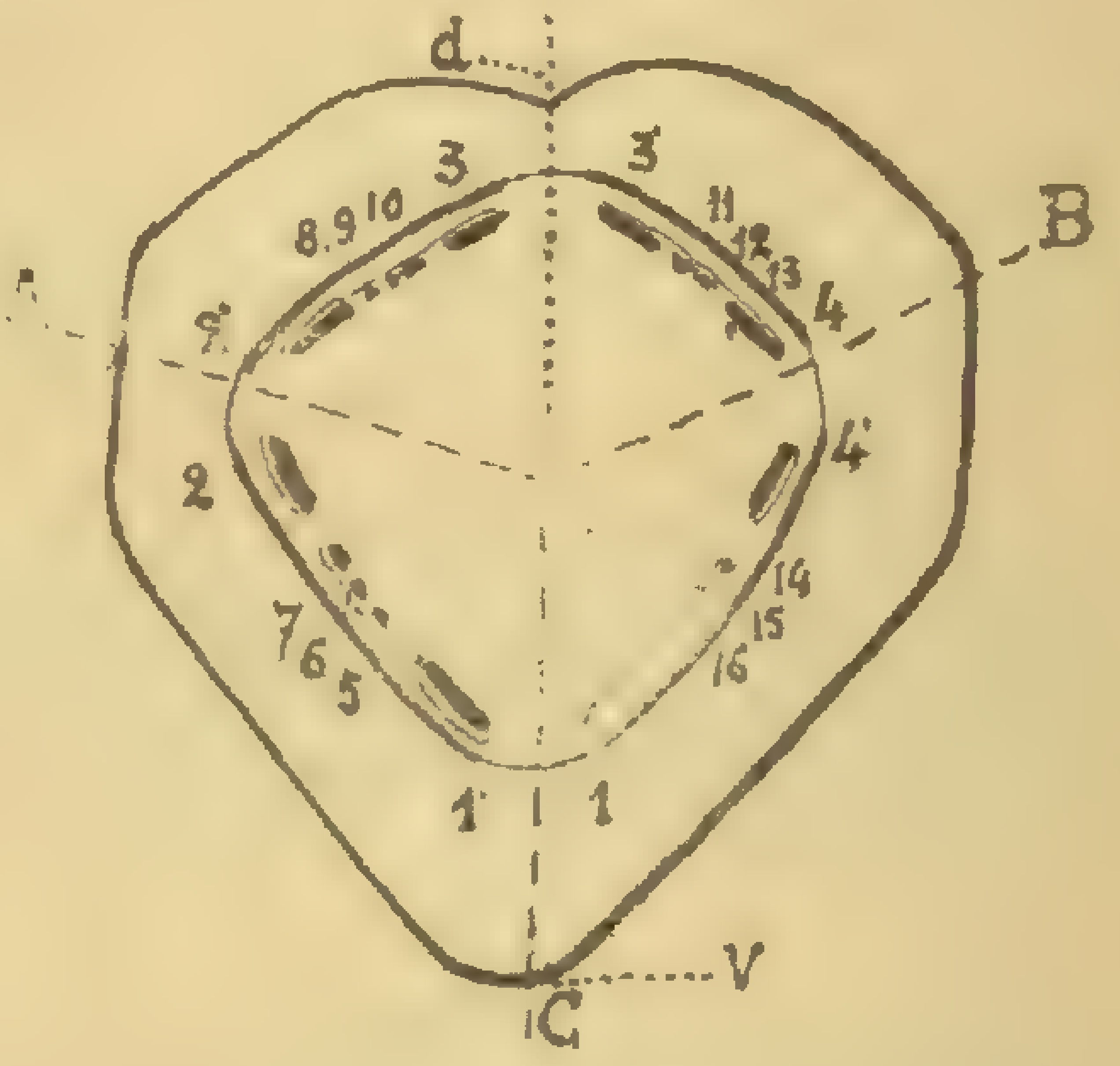


Fig. 126.

Fig. 125 et 126. — Coupes transversales schématiques d'une plantule de *Phaseolus* à deux cotylédons. — 125, Partie moyenne de l'axe hypocotylé ; 126, coupe faite à 1 millimètre au-dessous du niveau d'insertion des cotylédons.

Epicotyle. — Une coupe transversale passant par le milieu du premier entre-nœud (fig. 131 et 132) montre six gros faisceaux libéro-ligneux alternant avec six petits faisceaux. La disposition

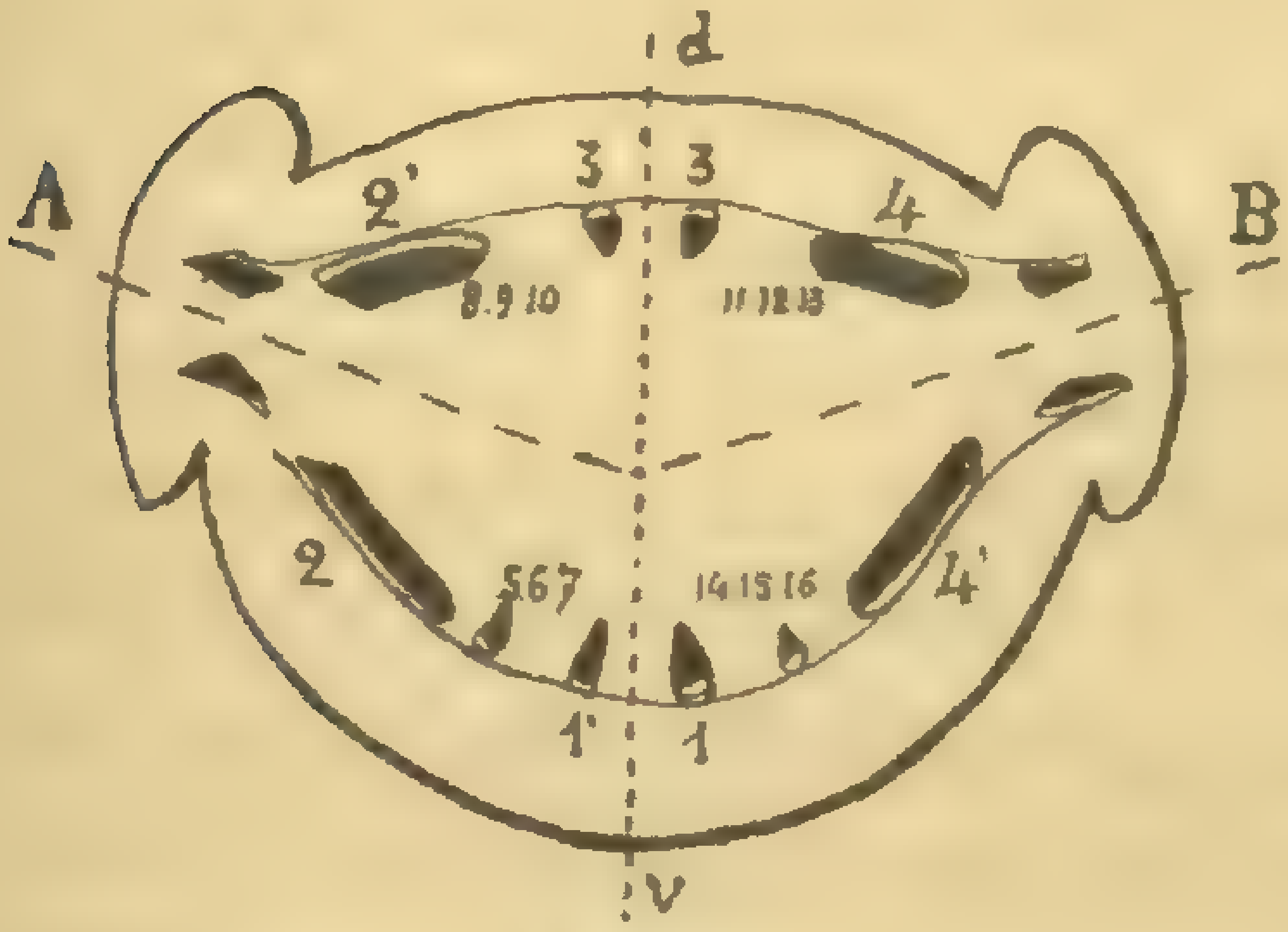

d
A
B
2'
3
3
4
8.9.10
11.12.13
2
5.6.7
14.15.16
4'
1'
1
v

Fig. 127.

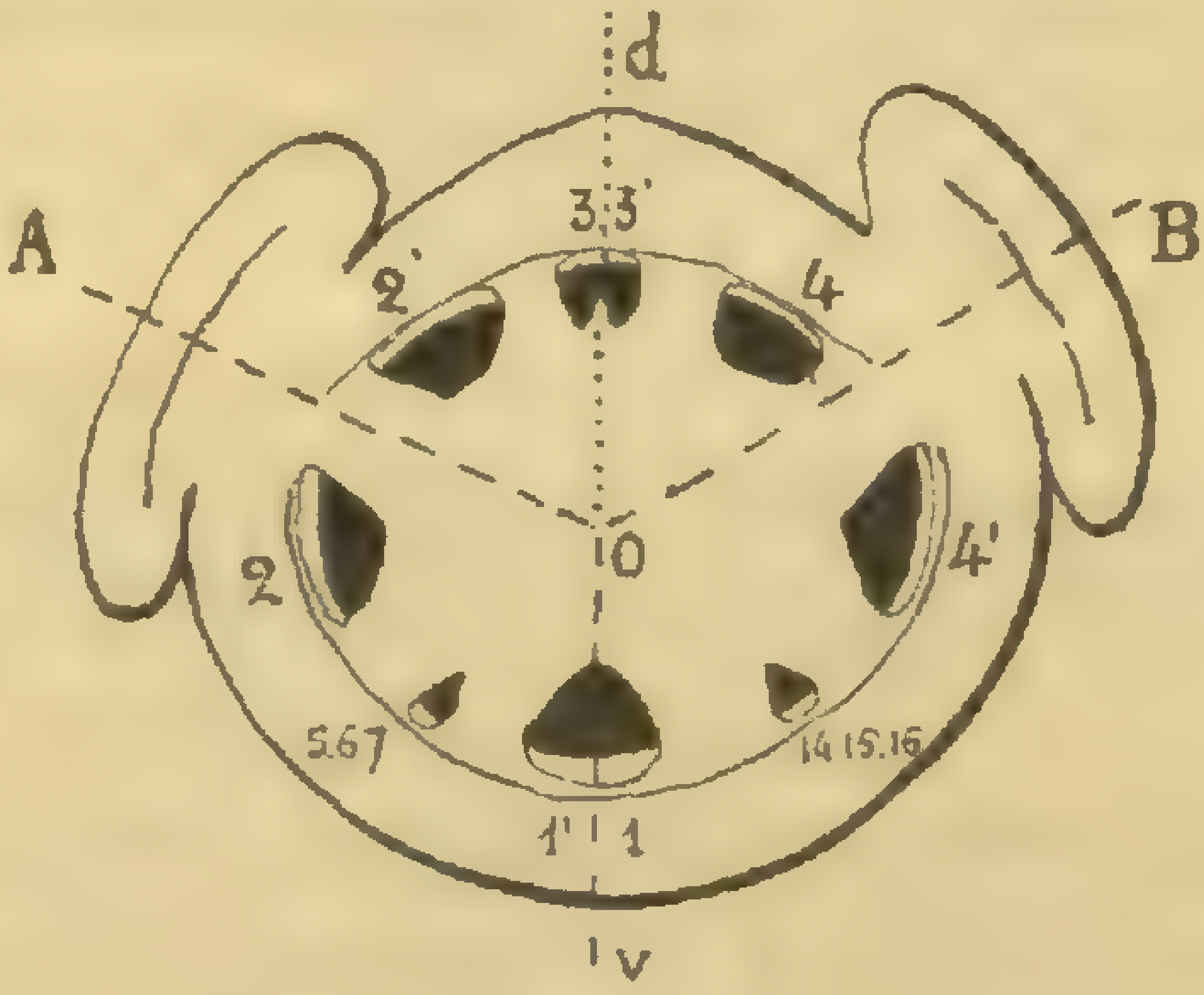

d
A
B
3.3'
2'
4
O
2
4'
5.6.7
14.15.16
1'
1
v

Fig. 128.

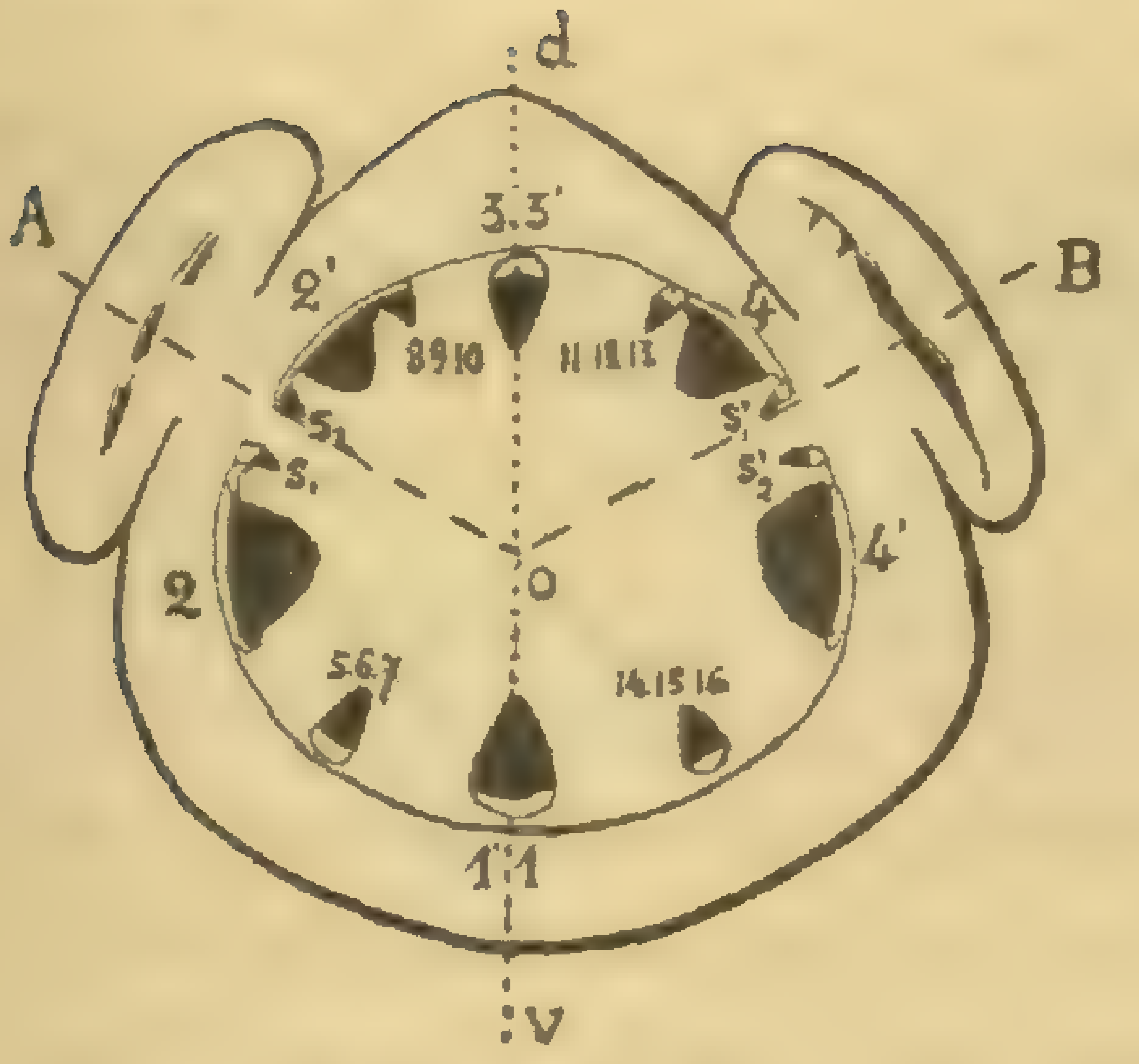

d
A
B
3.3'
2'
4
8.9.10
11.12.13
S_1
S_1
S_1'
S_2'
O
2
4'
5.6.7
14.15.16
1'1
v

Fig. 129.

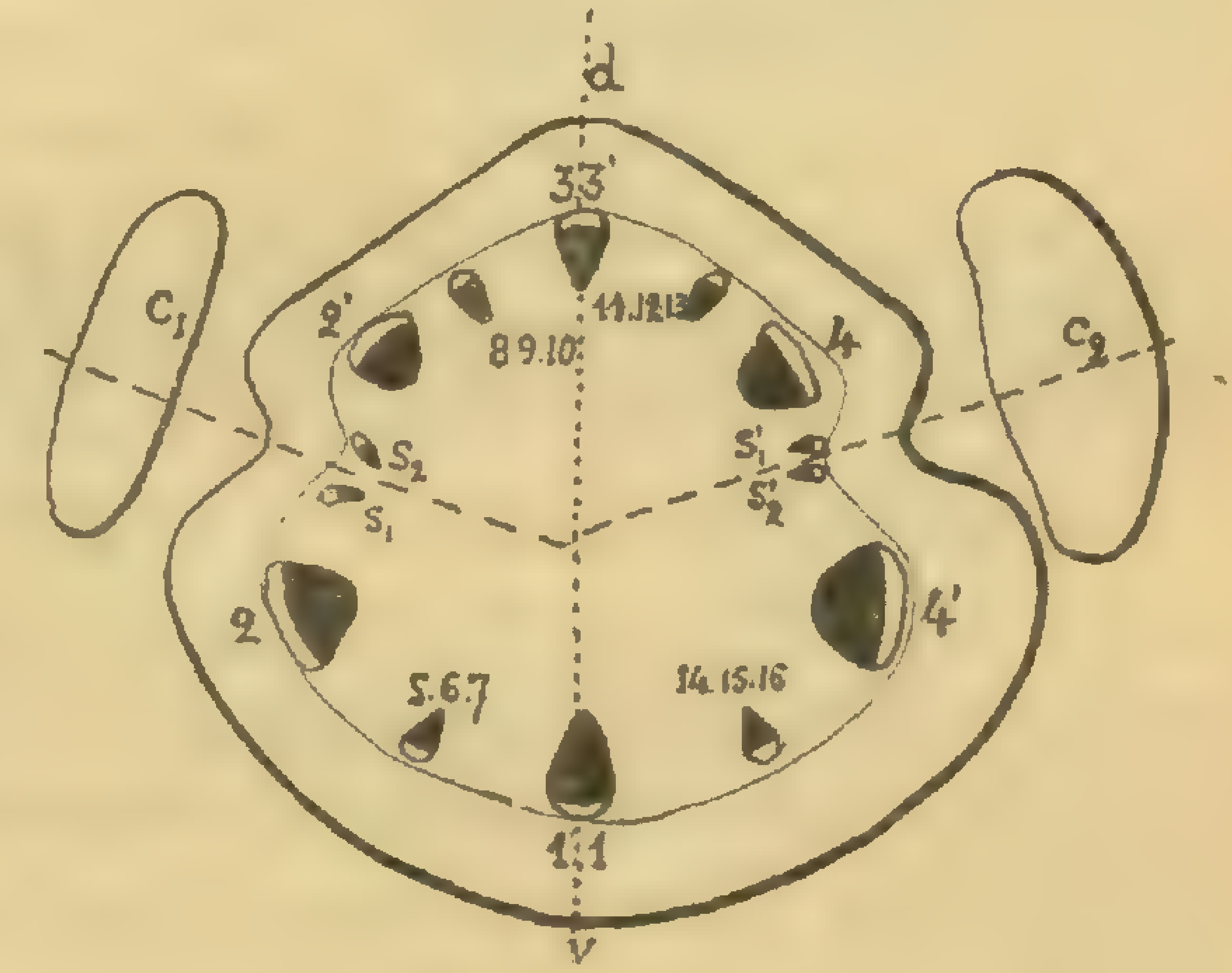

d
3.3'
C_1
C_2
2'
4
8.9.10
11.12.13
S_2
S_1
S_1'
S_2'
2
4'
5.6.7
14.15.16
1.1
v

Fig. 130.

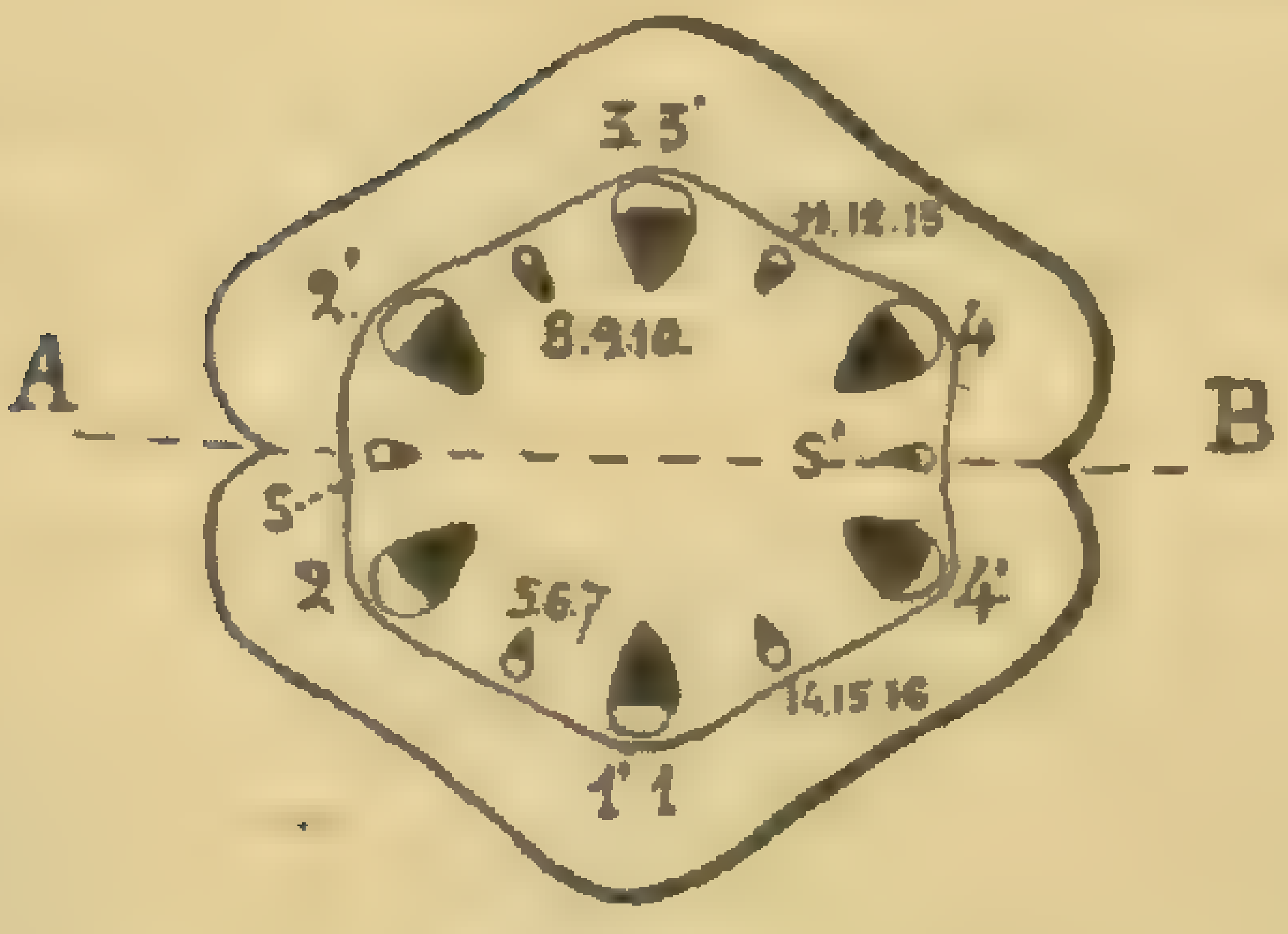

3.3'
11.12.13
2'
8.9.10
4
A
B
S
S'
2
5.6.7
4'
14.15.16
1'1

Fig. 131.

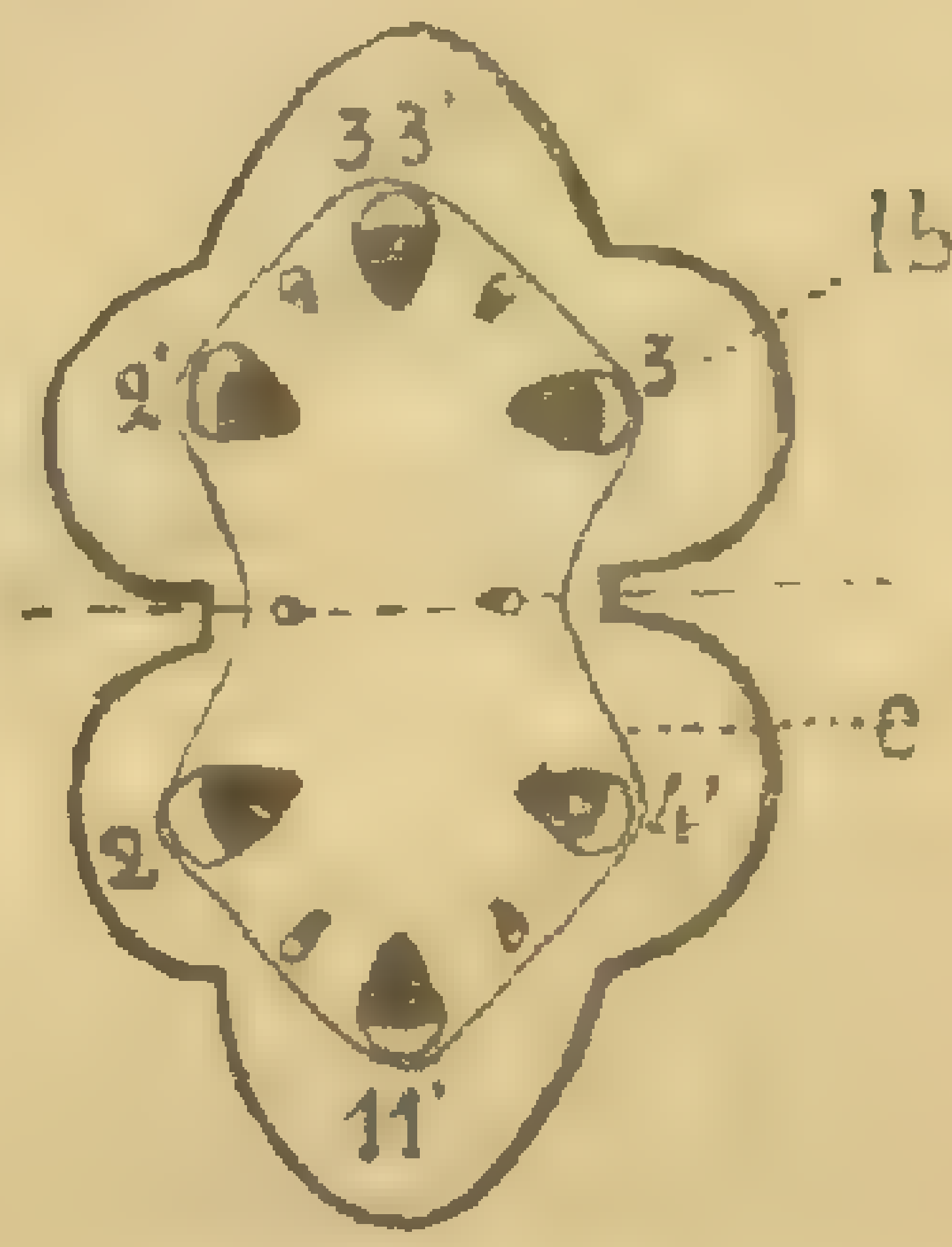

3.3'
lb
a
b
2'
3
e
2
4'
11'

Fig. 132.

Fig. 127 à 132. — Coupes transversales schématiques d'une plantule de *Phaseolus* à deux cotylédons. — 127, Coupe au niveau de l'insertion des cotylédons. On voit les faisceaux 2 et 2^1, 4 et 4^1, envoyer des vaisseaux dans les deux cotylédons ; 128, 129, 130, Coupes qui intéressent la base de la partie épicotylée ; 131, structure de la partie moyenne du premier entre-nœud de la partie épicotylée ; 132, coupe du même entre-nœud dans la partie qui avoisine le premier verticille de deux feuilles.

est du type binaire car un sillon profond sépare les six lobes de l'épicotyle en deux groupes de trois lobes. Si par des coupes successives on examine le passage de la structure de l'hypocotyle à la structure de l'épicotyle on voit comment les douze faisceaux de celui-ci (fig. 125) se continuent par les vingt faisceaux de celui-là (fig. 127, 128, 129, 130).

Les cotyles ont dérivé un certain nombre de faisceaux. Les faisceaux (1.1') et (3.3') de l'hypocotyle se sont en quelque sorte rapprochés et fusionnés tandis que 2.2^1, 4.4^1 sont restés indépendants. Les quatre groupes (5.6.7), (8.9.10), (11.12.13), (14.15.16) forment quatre des petits faisceaux intermédiaires (fig. 131 et 132). Dans le plan de symétrie *A B*, si accentué, qu'on observe sur la coupe de l'épicotyle (fig. 131 et 132) on voit se détacher deux autres petits faisceaux supplémentaires *s* et *s'* chacun ayant une origine double $(s_1\ s_2)$ $(s'_1\ s'_2)$ fig. 129 et 130. En somme il y a un changement anatomique assez brusque et assez accentué entre la structure de l'hypocotyle et celle de l'épicotyle. La structure de ce dernier va devenir rapidement, plus haut, à symétrie axiale.

L'hypocotyle, au contraire, n'a pas une vraie symétrie axiale dans sa partie supérieure. Les plans de symétrie AO et BO des cotylédons (fig. 126 et 128) font un angle avec le plan dorso-ventral de la plantule. De sorte que la coupe de cette région laisse pressentir des analogies qui seraient réalisées dans un type à structure ternaire, où le plan CO (fig. 126) serait le plan de symétrie d'un troisième cotylédon.

Cas de dicotylie anormale. — 1er cas (Pl. 17, fig. 12). — Habituellement les deux cotylédons du Haricot sont égaux. Ils peuvent souvent présenter une petite différence de volume, de taille et de poids. Cette particularité peut s'exagérer et constituer une véritable anomalie. Les deux faces internes ou ventrales des cotyles s'incurvent plus ou moins et peuvent présenter un angle rentrant et une grande irrégularité (Pl. 17, fig. 12). On peut se demander si cette symétrie retentit sur la structure anatomique de la plantule. Pour répondre à cette question nous avons étudié plusieurs plantules présentant cette disposition. Dans le cas dessiné fig. 12 les cotylédons pesaient respectivement 0 gr. 560 et 0 gr. 155, soit un rapport de 3,5 à 1. Nous avons constaté que cette disproportion des deux cotylédons nourriciers ne retentit pas sur la symétrie de la tige, celle-ci présente le type ordinaire : six grands faisceaux et six petits. Il n'y a donc pas ici d'anomalie anatomique.

2e cas (Pl. 17, fig. 13). — Certaines plantules dicotylées présentent une orientation très anormale des cotylédons. Les cotyles peuvent être disposés de telle sorte que leur plan de séparation est perpendiculaire au plan dorso-ventral de la tigelle, au lieu de coïncider avec lui (Pl. 17, fig. 13). Il n'y a alors qu'un cotylédon en contact avec la tigelle et ce cotylédon est toujours de beaucoup le plus petit. L'inégalité des deux cotyles est très accentuée. Il peut même arriver que par exagération de cette disposition le gros cotyle de la face dorsale enveloppe presque complètement le petit cotyle qui prend un aspect tout à fait contourné en crochet et occupe en quelque sorte une situation intérieure au cotyle enveloppant (Pl. 17, fig. 17, 17').

Nous avons étudié anatomiquement le cas de la plantule de la fig. 13, et nous avons constaté que la symétrie n'était altérée aucunement. Les deux premières feuilles de l'épicotyle étaient seulement placées à angle droit de leur position ordinaire et avec la préfoliation habituelle (Pl. 17, fig. 25). Le premier entre-nœud de l'épicotyle présentait sa symétrie habituelle tout à fait typique.

Conclusions : 1. Ainsi il y a une structure des plantules dicotylées qui se retrouve invariable dans les cas de grande variation des deux cotylédons.

2. La structure des plantules dicotylées offre partout, plus ou moins, le type bilatéral.

Un peu au-dessous des cotylédons, une déformation d'origine mécanique a produit une structure bilatérale très accentuée. Cette structure binaire modifiée rappelle un peu la structure ternaire.

II. — ÉTUDE DES PLANTULES TRICOTYLÉES.

Nous pouvons les classer en trois groupes :

1. Plantules ayant un cotyle médian dorsal.
2. Plantules ayant un cotyle médian ventral.
3. Plantules tricotylées asymétriques.

Toutes les plantules tricotylées sont loin de présenter une tricotylie véritable. Il y a des plantules pourvues d'un cotylédon bifide à un degré variable, de sorte qu'il existe des intermédiaires entre la dicotylie et la tricotylie. De plus on enregistre souvent des cotyles insérés suivant le type spiralé, au lieu du type verticillé normal, ceci altère encore le type anatomique ordinaire. En se bornant à un examen externe la tricotylie peut être dite parfaite et symétrique lorsqu'elle répond aux caractères suivants :

a. Trois cotylédons sensiblement de même volume, trois premières feuilles égales.

b. Les six pièces précédentes étant non soudées, disposées en deux verticilles alternes insérés très symétriquement par rapport au plan dorso-ventral de la tigelle.

§ 1.

Types de plantules présentant un cotyle médian

1. *Type à cotyle médian dorsal* (Planche 17, fig. 8). — La tricotylie parfaite, définie ci-dessus, n'est réalisée que dans le cas où il y a un cotyle s'insérant sur la partie dorsale de la tigelle. On voit alors que les deux autres cotylédons présentent deux cavités très symétriques et qui abritaient la tigelle avant la germination. La gemmule est recouverte par le cotyle médian. (Pl. 17, fig. 7, 8, 9,9', 18).

Le type médian dorsal est un des plus fréquemment réalisé, mais il est souvent moins parfait que nous venons de l'indiquer. Les trois cotyles sont souvent inégaux : si les deux cotyles latéraux sont égaux, le cotyle médian est toujours plus grand que les deux autres (fig. 15, pl. 17). Si les deux cotyles latéraux sont inégaux le cotyle dorsal médian reste plus grand ou est au moins aussi développé que le plus grand des deux autres. Jamais nous n'avons trouvé d'exception à cette règle.

2 *Type à cotyle médian ventral* (Pl. 17, fig. 11). — Il en est tout autrement lorsque la plantule présente un cotyle médian s'insérant sur la partie ventrale de la tigelle (fig. 10, 10', 11). Jamais on n'observe alors ce que nous avons appelé la tricotylie parfaite et symétrique : 1° le cotyle médian est toujours plus petit ; 2° le cotyle médian est fréquemment inséré un peu au-dessus du niveau d'insertion des deux autres, de sorte qu'il n'y a pas alors de vrai verticille. Cette inégalité des cotyles a vraisemblablement une cause mécanique. Nous avons vu précédemment qu'elle était constante aussi dans les plantules dicotylées à cotyle anormal ventral. Signalons en outre une tendance à la fusion des deux cotyles latéraux (fig. 11', 11"). De sorte que l'on a, comme on voit, un type de passage qui retourne au type dicotylé anormal signalé déjà (fig. 13).

Ainsi le type de tricotylie à cotyle médian ventral donne souvent une tricotylie très imparfaite. On peut se demander s'il retourne par atavisme au type dicotylé anormal. On pourrait aussi admettre que le type dicotylé anormal, à cotylédon ventral, est une modification du type tricotylé, et n'existerait pas sans lui. Nous avons constaté d'ailleurs qu'il y a réapparition de l'anatomie du type dicotylé. Sans qu'il soit possible d'en donner une preuve, nous sommes porté à admettre que les variations anormales d'orientation des cotyles de *Phaseolus* dicotylés dérivent de la tricotylie plus ou moins imparfaite à cotyle médian ventral.

§ 2.

Anatomie des plantules tricotylées ayant un cotyle médian soit dorsal, soit ventral.

Racine. — Trois types sont réalisés avec des fréquences différentes. 1° Le cas de beaucoup le plus fréquent c'est le type 6 très régulier. La stèle est sensiblement à section hexagonale et montre six faisceaux de bois et six faisceaux de liber disposés bien symétriquement. Cette structure (fig. 133) est la structure type des racines de *Phaseolus* tricotylés. 2° Si cette structure n'est pas réalisée parfaitement on voit six faisceaux mais dont deux sont plus rapprochés que les autres. Le cylindre central, en coupe transversale, affecte la figure d'un pentagone un peu irrégulier (fig. 134). 3° Enfin on observe quelquefois un cylindre central à section nettement

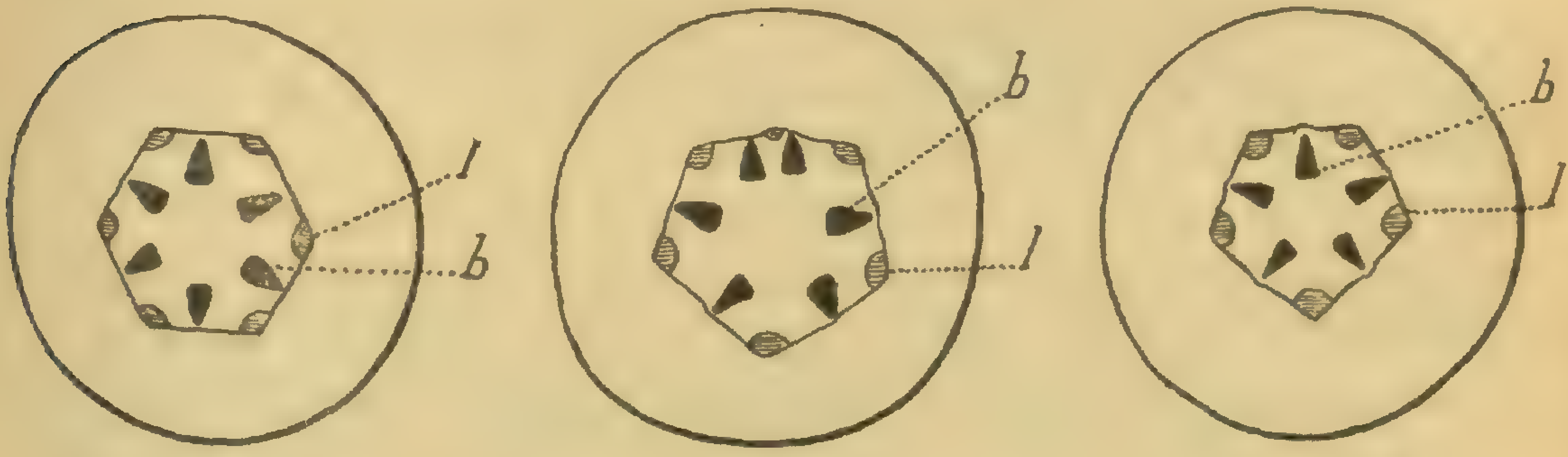


Fig. 133. Fig. 134. Fig. 135.

Fig. 133 à 135. — Coupes transversales de la racine principale des germinations de *Phaseolus* tricotylés (schémas). — 133, germination à tricotylie régulière et symétrique ; 134 et 135, germinations à tricotylie moins parfaite que la précédente.

pentagonale (fig. 135), avec cinq faisceaux de bois et cinq faisceaux de liber alternes. Le type 5 et le type 6 imparfait sont réalisés par des plantules tricotylées à symétrie très imparfaite. Ils forment deux types intermédiaires aux types 4 et 6.

Dans les nombreuses plantules tricotylées que nous avons observées :

1. Le type 6, parfait ou imparfait, a été exclusivement rencontré dans les plantules tricotylées.
2. Le type 4 n'a été trouvé que dans les plantules dicotylées.
3. Le type 5 parfait est ordinairement caractéristique des plantules tricotylées à cotyles très inégaux, mais peut aussi exister quoique rarement dans une tricotylie assez régulière à cotyle ventral. Deux de mes préparations indiquent même le type 5 chez des plantes dicotylées; mais on a affaire ici à une variation relativement très peu fréquente. Cette réserve d'ailleurs n'atteint nullement la rigueur des autres conclusions, à savoir que la tricotylie produit une modification plus ou moins accentuée de la stèle de la racine.

Le nombre des rangées de radicelles se trouve influencé de même; de sorte qu'on voit 6 ou 5 rangées de radicelles au lieu de 4, sur les plantules tricotylées.

Je me suis proposé de vérifier en outre si la ramification de la racine continue à être influencée sur les racines de 2e, 3e... ordre. Voici le résultat de mes observations.

Il arrive que l'on peut constater une structure ternaire, 3 faisceaux de bois et 3 faisceaux de liber, sur des radicelles de 3e ordre, alors que la radicelle de 2e ordre, qui porte la précédente, a une structure ordinaire binaire comme chez les plantules dicotylées.

Ainsi, pour la racine comme pour la tige, la plante tricotylée pourrait passer d'une structure ternaire à une structure binaire pour retourner ensuite à une structure ternaire. Il y a pour ainsi dire lutte entre l'influence atavique et l'influence individuelle.

En général il y a très rapidement retour définitif au type binaire. Le plus souvent même les racines de premier ordre issues de la racine principale n'ont déjà plus la structure ternaire.

Il semble donc que la racine est influencée à un degré plutôt moindre que la tige.

Axe hypocotylé. — Nous avons vu que la plantule dicotylée présentait quatre groupes de deux faisceaux (1.1', 2.2', 3.3', 4.4') avec un faisceau triple entre chacun d'eux (fig. 125). La plantule tricotylée offre six groupes de deux faisceaux (fig. 136). Dans le cas où la racine est du type 5 parfait, ou 6 imparfait, l'axe hypocotylé offre 5 groupes de 2 faisceaux, ou 6 groupes un peu irrégulièrement disposés. En somme le nombre de faisceaux est le même dans l'hypocotyle de la plantule dicotylée et dans la plantule tricotylée. Les 12 faisceaux sont groupés en 6 groupes de 2 au lieu de 4 groupes de 3.

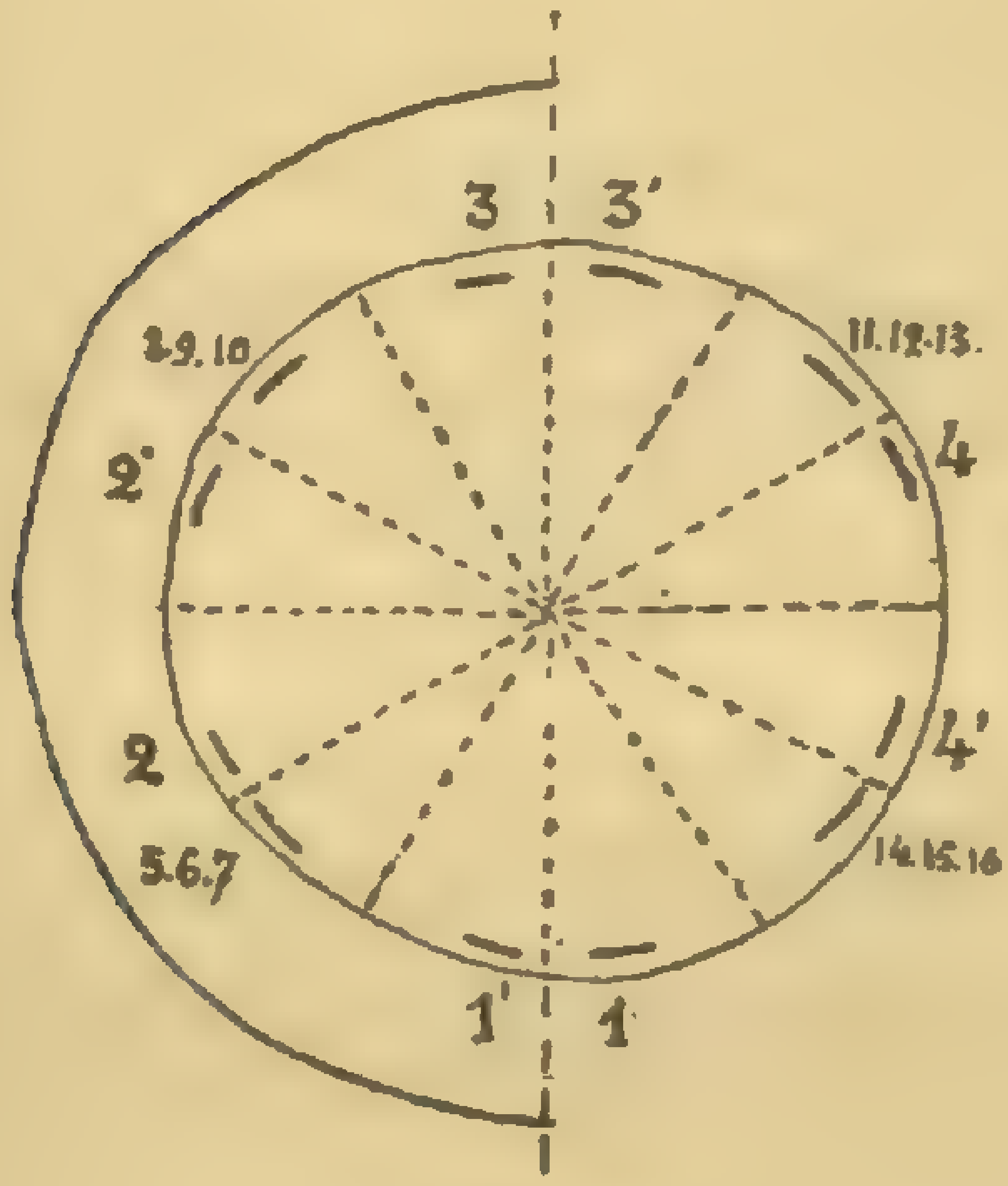


Fig. 136.

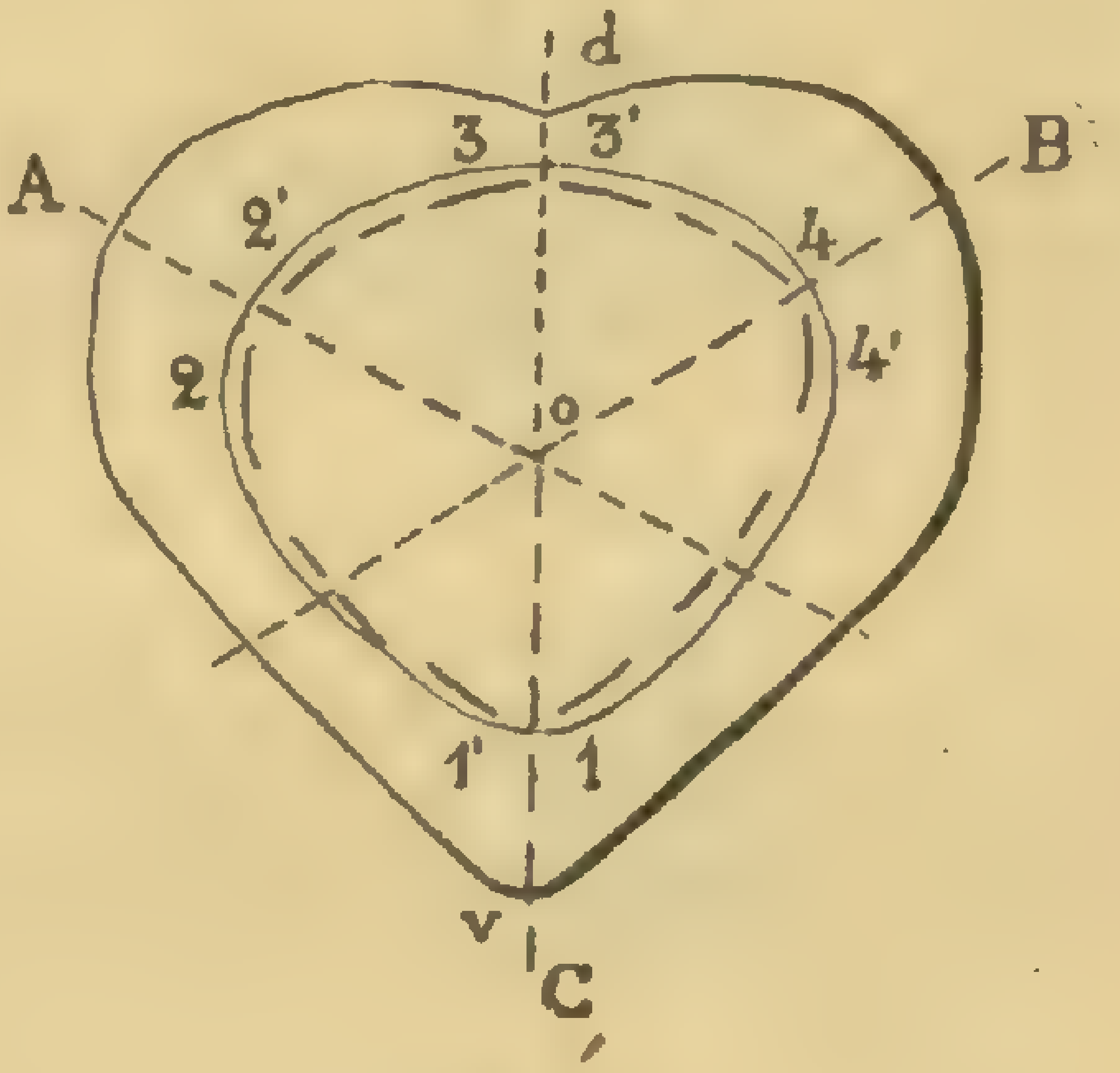


Fig. 137.

Fig. 136 et 137. — Coupes transversales schématiques des plantules de *Phascolus* à trois cotylédons ; 136, partie moyenne de l'axe hypocotylé ; 137, coupe faite à 1 millimètre au-dessous du niveau d'insertion des trois cotylédons d'une plantule à cotyle médian ventral. Les plans AO, BO, CO, sont les trois plans de symétrie des trois cotylédons.

Si l'on se rapproche des cotylédons à deux millimètres au-dessous de leur insertion on trouve cette fois une structure (fig. 137) qui dérive de la première (fig. 136) mais qui rappelle tout à fait la structure de la région correspondante des plantules dicotylées. Il suffit pour s'en rendre compte de comparer les figures 137 et 126. La figure 137 montre seulement la structure ternaire plus accentuée, les plans AO, BO, OC étant les plans de symétrie des trois cotylédons dans le cas où le troisième cotyle est ventral.

Cette tricotylie est la plus facilement réalisée, et sans modification importante dans le plan du système conducteur. Il se trouve que la tricotylie à cotyle ventral est la plus fréquente, mais nous avons dit qu'elle est toujours imparfaite extérieurement.

Axe épicotylé. — C'est ici que la structure ternaire diffère le plus de la structure ordinaire :

Épicotyle d'une plantule à cotylédon ventral. — Les figures 138 et 139 montrent, en coupe, deux épicotyles de deux plantules ayant

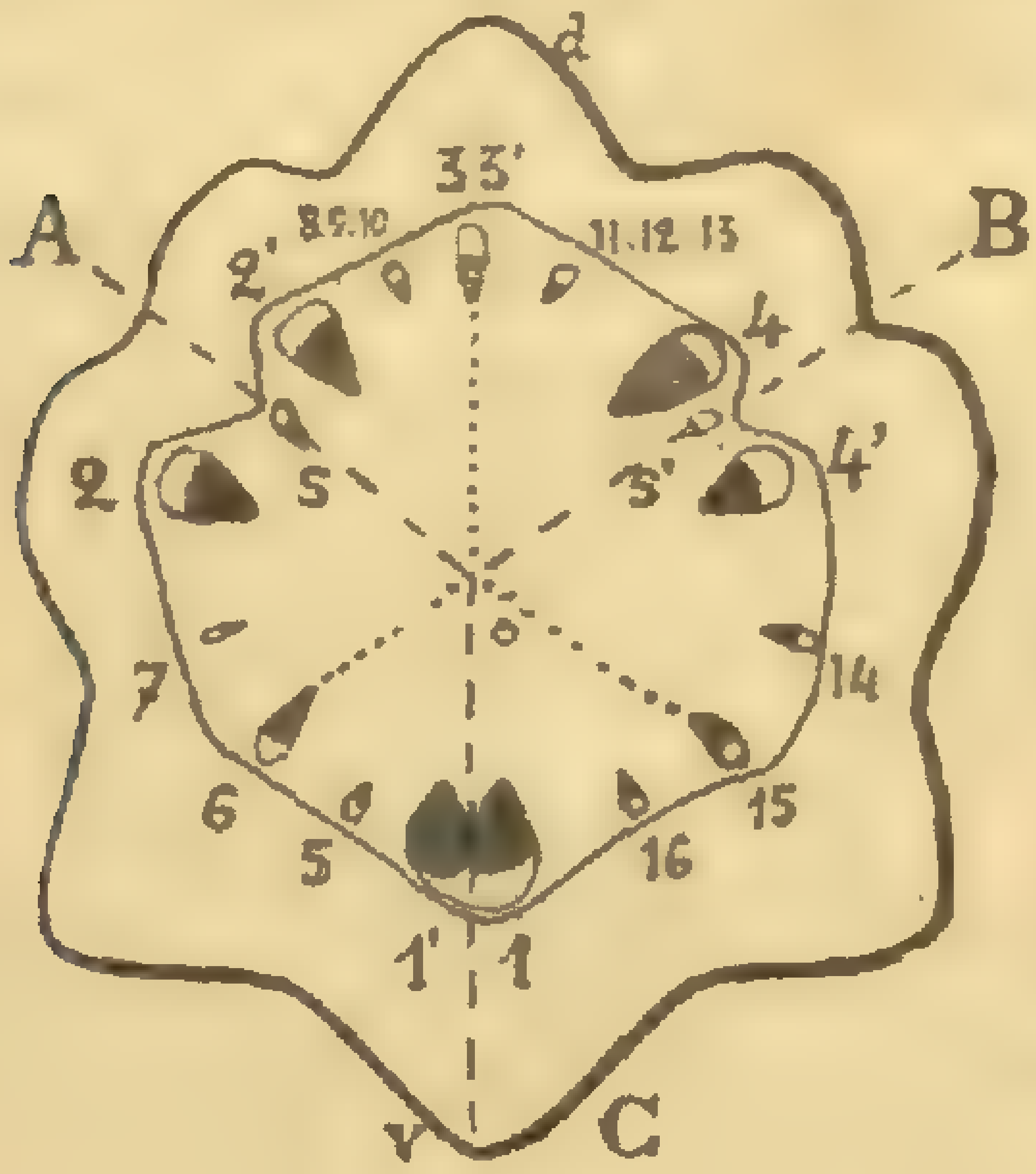


Fig. 138.

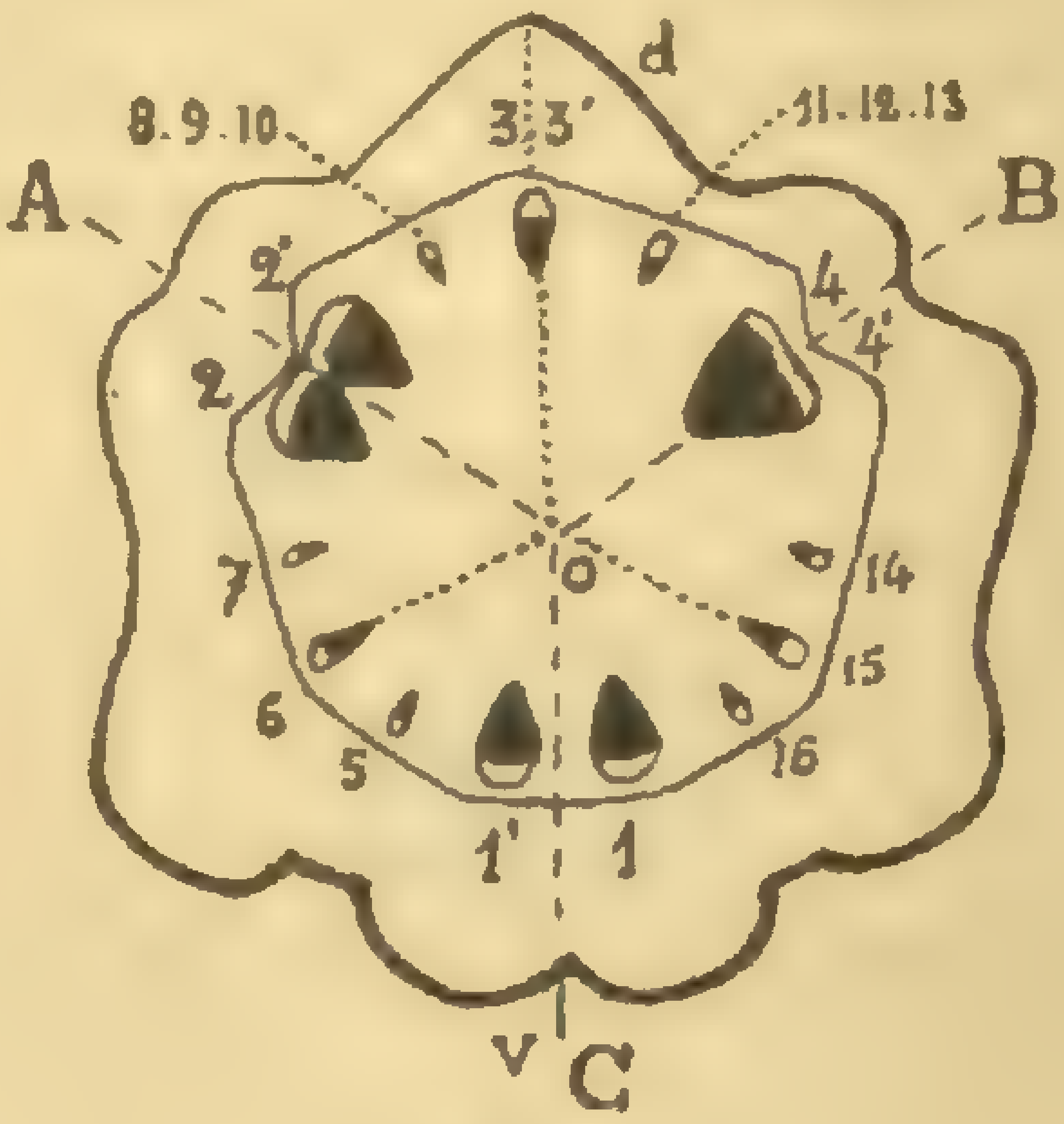


Fig. 139.

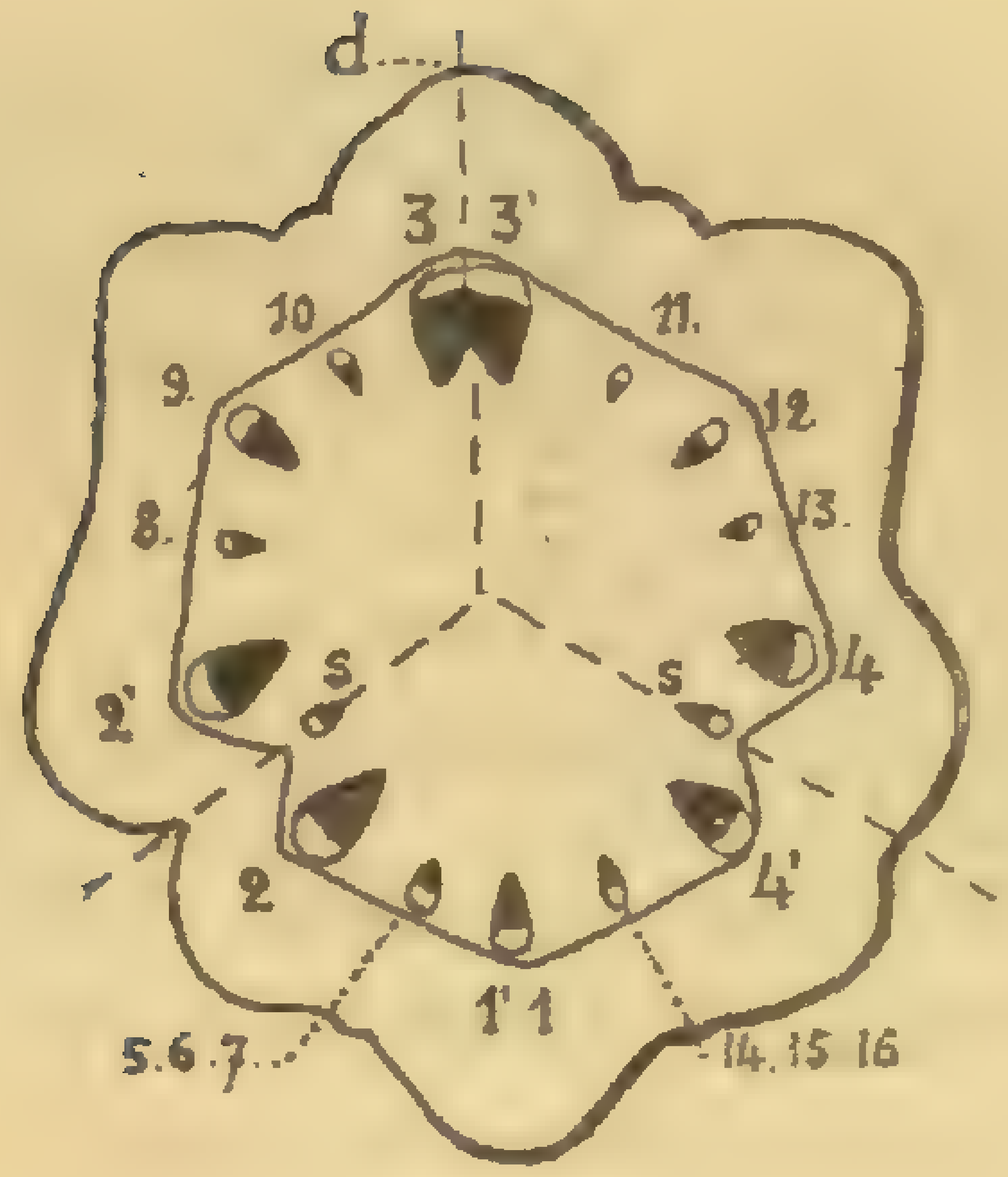


Fig. 140.

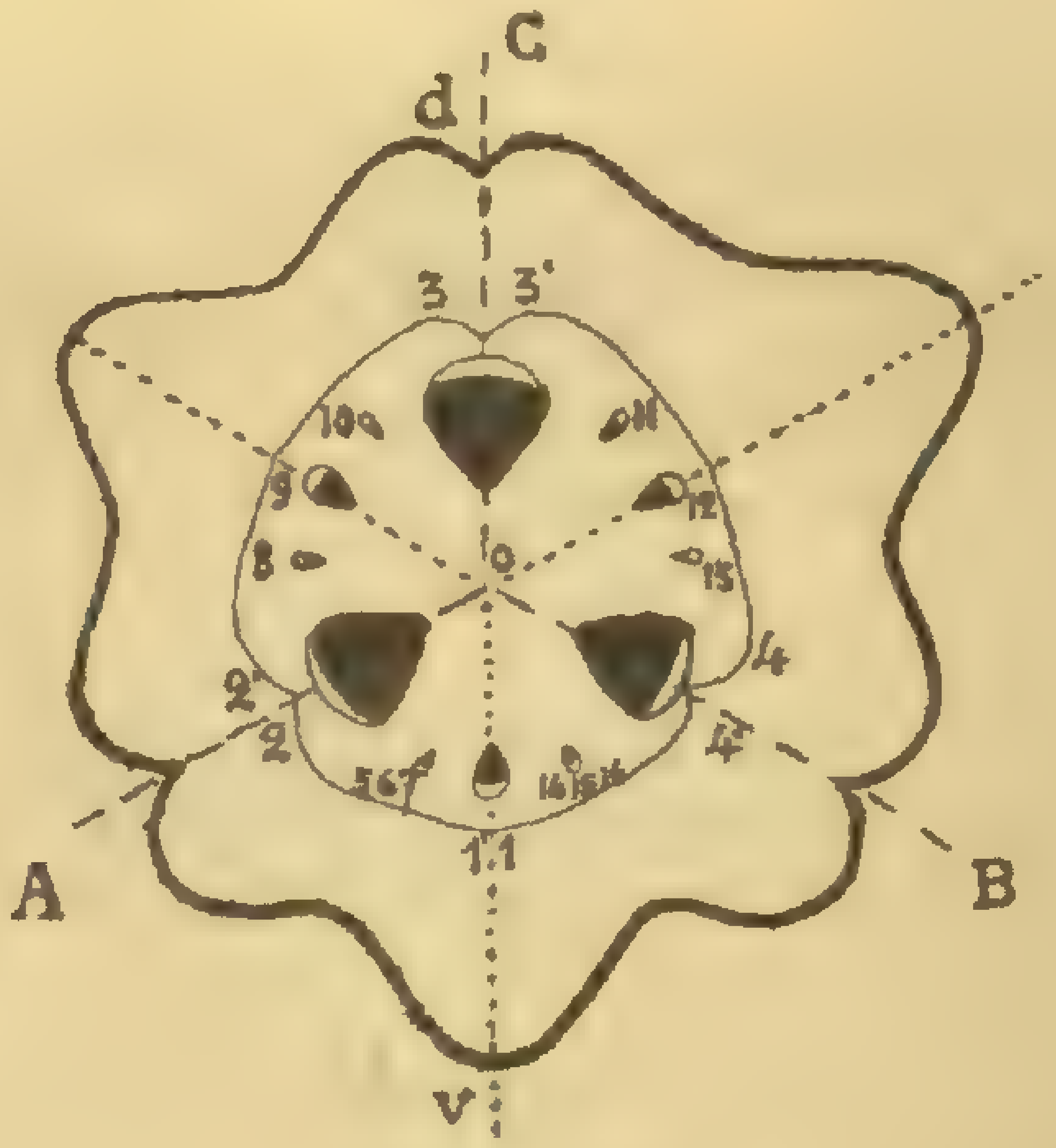


Fig. 141.

Fig. 138 à 141. — Coupes transversales schématiques des plantules de *Phaseolus* à trois cotylédons ; 138 et 139, coupes faites dans le tiers inférieur du premier entre-nœud des épicotyles de deux plantules à cotyle médian ventral. On voit que chacune des coupes présente trois paires de gros faisceaux libéro-ligneux. Les deux faisceaux de chaque groupe peuvent être complètement écartés, $2,2^1$, $4,4^1$ de la fig. 138; 1,1' de la figure 139. Ils peuvent être aussi fusionnés à des degrés divers, 2,2', 4,4' de la figure 139; 1,1' de la fig. 138. Les petits faisceaux supplémentaires *S* et *S'* qui existent dans les plantules dicotylées (voir fig. 131) peuvent subsister dans les plantules tricotylées (fig. 138), ou disparaître (fig. 139). Jamais on n'en constate entre *1* et *1'* quand ces faisceaux ne sont pas fusionnés (fig. 139) ; fig. 140, coupe faite dans le tiers inférieur du premier entre-nœud de l'épicotyle d'une plantule tricotylée à cotyle médian dorsal; 141, schéma théorique exprimant la structure de l'épicotyle d'une plantule tricotylée à cotyle médian dorsal qui accumulerait très nettement les caractères de structure ternaire. Une telle plantule présenterait anatomiquement et extérieurement une tricotylie parfaite.

chacune un cotyle ventral. Cette structure est définie par les caractères suivants :

1. La stèle présente trois secteurs. L'un AOB (fig. 138) correspond au demi-hexagone de la fig. 131 et à la partie supérieure de la fig. 130. On voit tout de suite qu'il y a au moins autant d'analogie entre 130 et 138 qu'entre 130 et 131. Les deux autres secteurs AOC et BOC sont égaux et se retrouvent facilement dans les figures 126 et 130 et dans la figure 137.

2. La stèle possède des faisceaux de trois catégories, 6 de petite taille, 3 de taille moyenne et 6 gros faisceaux. Les six gros faisceaux correspondent aux faisceaux 1, 1', 2, 2', 4, 4' de la fig. 130. Mais on voit qu'ils se sont groupés deux à deux et peuvent se fusionner plus ou moins. En somme la fusion (1, 1') (3. 3') caractéristique des plantules dicotylées est possible pour 2, 2' et 4, 4', et cette fusion devient la règle dans la tricotylie. Ce rapprochement ou cette fusion plus ou moins parfaite est montrée à divers degrés dans les figures 138 et 139. Il n'en résulte pas une structure du type 4. En effet (1, 1') (3, 3') sont placés dans des conditions mécaniques différentes, et ont une tendance visible (fig. 126. 130) à prendre une taille très différente (3, 3') restant plus petit.

Mais jamais les trois groupes (2, 2') (4, 4') (1, 1') ne présenteront une identité parfaite. On peut seulement constater que (2, 2') et (4, 4') ont une évolution qui marche de pair. La raison en est évidemment leur position symétrique par rapport au plan dorso-ventral. Les faisceaux supplémentaires *s*, *s'* d'origine double pourront exister et rester visibles entre les faisceaux 2 et 2', 4 et 4' (fig. 138). Jamais je n'en ai constaté entre 1 et 1'. Il n'en existe pas là dans la structure dicotylée, et il n'y en a pas dans la structure tricotylée même quand la fusion (1, 1') cesse d'exister et se trouve remplacée par un simple rapprochement (fig. 139). Cependant 2. 2' et 4, 4' peuvent être tout à fait fusionnés. Alors *s* et *s'* n'existent plus. Mais dans ce cas 1 et 1' ne sont plus fusionnés (fig. 139) ou le sont imparfaitement.

Dans les 300 à 350 épicotyles étudiés, il n'a pas été trouvé un seul cas où (1, 1') (2, 2') (3, 3') constituent, dans la même tige, trois gros faisceaux doubles pareils de forme. Si l'on accumulait sur un schéma les caractères de structure ternaire observés sur plusieurs plantules on obtiendrait le schéma fig. 141. Or, ce type n'a pas été constaté réalisé avec cette régularité.

L'une des principales conclusions anatomiques qui peuvent être déduites de ce qui précède, et pour les 350 cas qui ont été examinés, c'est donc que probablement *il n'y a pas anatomiquement de tricotylie parfaite dans les plantules de l'espèce étudiée, même dans les cas d'une tricotylie qui extérieurement se présente sous un aspect aussi symétrique que possible* (1). Ceci explique naturellement la facilité du retour atavique dicotylé ; la structure du type tricotylé n'étant pas définitivement fixée. Si un individu présentait la structure de la figure 141, il est probable que sa tricotylie maintiendrait ses effets sur tous les entrenœuds successifs et pourrait héréditairement se transmettre facilement. Ainsi, l'étude anatomique, dans une certaine mesure, nous explique la facilité de retour au type binaire, et la grande rareté d'une tricotylie qui généraliserait ses effets à tout l'individu.

On peut affirmer que si la tricotylie parfaite anatomiquement existe, elle est très rare, puisqu'on ne l'a pas observée une seule fois sur 350 échantillons étudiés. Si elle est réalisée, le schéma (fig. 141) en exprimerait les caractères pour une plantule à cotyle médian dorsal.

Le faisceau supplémentaire *s''* qui théoriquement pourrait apparaître entre 1 et 1' est toujours absent, et la fusion des trois paires de gros faisceaux n'est pas tout à fait complète. La disparition de *s* et *s'* d'ailleurs semble un caractère qui ne peut pas être considéré comme un acheminement vers une tricotylie plus parfaite.

Les caractères suivants viennent encore à l'appui de ce qui vient d'être dit :

La stèle (fig. 138) présente encore trois faisceaux de taille moyenne qui ont aussi une importance inégale et une origine différente.

Le faisceau (3. 3') en effet correspond, nous l'avons vu, aux grands faisceaux doubles, mais il est déchu de son importance. Les deux autres sont les faisceaux *6* et *15* qui occupent les positions moyennes entre les trois groupes des gros faisceaux.

Enfin il existe six petits faisceaux de troisième taille qui occupent les côtés des faisceaux moyens. Ils ont eux-même une origine différente : 5, 7, 14, 16 sont des faisceaux uniques, tandis que sur les côtés de (3, 3'), les deux petits faisceaux (8, 9, 10) et (11, 12, 13) ont une origine triple.

---

(1) On peut supposer que le nombre de 350 plantules étudiées a été trop faible pour permettre de constater anatomiquement une tricotylie parfaite qui est possible, mais qui, on le voit, apparaît au moins comme exceptionnellement rare.

Epicotyle d'une plantule à cotylédon dorsal. — La tricotylie s'y manifeste par les mêmes caractères au point de vue de la disposition des faisceaux, mais avec une simple inversion dans l'orientation (fig. 140). Les faisceaux triples de troisième taille sont libres 8, 10, 11, 13 du côté dorsal. c'est-à-dire comme précédemment du côté du cotyle médian, tandis qu'ils restent fusionnés (5, 6, 7) (14, 15, 16) de l'autre côté. Le faisceau (1, 1') reste petit tandis que (3, 3') est de plus grande taille.

Les trois faisceaux moyens sont (1. 1'), 9, 12.

Les faisceaux (2, 2') et (4, 4') sont refoulés du côté ventral entraînant ainsi la fusion des groupes (5, 6, 7) et (14, 15, 16).

En résumé :

L'épicotyle des plantules tricotylées est caractérisé par la fusion des quatre groupes de faisceaux (1, 1'), (2, 2'), (3, 3'),(4, 4'). Cette fusion se fait de telle façon que tantôt le faisceau (1, 1') tantôt (3, 3') reste beaucoup plus petit, ce qui correspond à la présence d'un 3e cotyle dorsal dans le premier cas, et d'un 3e cotyle ventral dans le second.

Les deux faisceaux supplémentaires *s* et *s'*, dont on n'a pas trouvé d'homologue *s''* dans le plan dorso-ventral, peuvent subsister ou disparaître.

Si *s''* n'a pas été vu, est-ce à dire qu'il ne puisse pas être réalisé ? Il semble que la présence d'un sillon supplémentaire en *v* (fig. 139) et le non fusionnement de 1 et 1', soient un acheminement vers sa réalisation. Ici en effet l'épicotyle présente neuf côtes saillantes, comme dans la figure 141, et cette trimérie peut amener peut-être une accentuation de la structure anatomique ternaire.

§ 3.

Plantules à tricotylie asymétrique.

Nous rangeons ici les plantules qui ne possèdent pas de cotyle médian symétriquement placé (pl. 17, fig. 12', 14). L'étude isolée de leur structure aurait été incapable de fournir les faits généraux qui ont été dégagés ci-dessus. Connaissant au contraire les conclusions précédentes, on peut voir qu'elles s'y conforment d'une façon plus ou moins accentuée, sans apporter de nouveaux types de structure. Suivant les cas elles se rapprochent plus ou moins du type ordinaire dicotylé, avec des caractères qui appartiennent au type tricotylé.

Ces formes asymétriques peuvent se rassembler en deux sections :

1. Tricotylie à cotyle médian asymétrique ou à cotyles fusionnés, les fig. 12, 12', 16 (pl. 17) en donnent des exemples.

2. Tricotylie correspondant à un dédoublement plus ou moins total, et sans déplacement, de l'un des cotylédons d'une plantule dicotylée (fig. 14, pl. 17).

L'asymétrie des cotylédons en retentissant sur la régularité du premier verticille foliaire réalise parfois tout de suite un type sensiblement binaire dès le premier entre-nœud. Néanmoins, c'est la règle qu'il existe un verticille de deux feuilles irrégulières de forme et d'orientation, de même que la racine réalise ordinairement un type 5 ou 6 imparfait.

Les formes nombreuses de cette catégorie diffèrent par la distance inégale qui sépare chacun des cotyles qui d'ailleurs peuvent présenter des adhérences. Voici, à titre d'indication, la description résumée d'une de ces germinations asymétriques :

Racine et axe hypocotylé à structure du type 5 très régulier — épicotyle dont la structure est presque identique à l'épicotyle d'une plantule dicotylée normale. — Deux feuilles seulement au premier verticille, l'une un peu bifide au sommet du limbe — préfoliaison normale, mais feuilles placées dans le plan perpendiculaire au plan habituel.

§ 4.

Premier verticille de feuilles des plantules tricotylées.

Préfoliaison. — Dans les plantules dicotylées (Pl. 17, fig. 6 et 13) le premier verticille a, on le sait, deux feuilles opposées dont le plan de symétrie est perpendiculaire à celui des cotylédons. Leur préfoliaison présente pour chacune d'elles un bord recouvrant et un bord recouvert (fig. 24, 25, pl. 17).

Si la tricotylie est très régulière on peut avoir trois feuilles égales alternes avec les cotylédons, mais ce verticille n'est pas constamment réalisé.

Comme l'a montré le premier Junger, l'influence de la tricotylie sur l'individu est plus ou moins temporaire. Pour une espèce donnée il peut y avoir sept ou huit entre-nœuds à structure ternaire ou quelquefois pas un seul. Il arrive donc que le premier verticille foliaire peut ne pas offrir trois feuilles mais au contraire manifester déjà l'abandon du type ternaire et un retour au type binaire.

Dans les *Phaseolus* tricotylés il n'y a pas toujours trois feuilles insérées en un verticille régulier.

Dans la moitié des cas au moins on observe une anomalie du premier verticille qui est au-dessus des cotylédons. Cette anomalie consiste soit dans une concrescence de deux ou même parfois de trois pétioles des feuilles. Cette concrescence peut être totale ou partielle. Les limbes aussi peuvent être libres totalement ou partiellement soudés, symétriques ou asymétriques par rapport à leur nervure principale. Il arrive donc que deux feuilles peuvent être opposées à la troisième, soit par leur insertion seulement, soit en outre par la position des limbes dans la préfoliaison. Comme quelquefois une des feuilles est très minuscule, celle-ci peut prendre une position très peu normale par rapport aux autres. Nous donnons (fig. 18 à 23, pl. 17) les types de préfoliaison les plus souvent réalisés chez les *Phaseolus* tricotylés.

Nous avons observé que le même type de préfoliaison peut être réalisé à la fois dans le type de tricotylie à cotylédon ventral et dans celui à cotylédon dorsal (fig. 18 et 11, pl. 17). Dans le cas d'une tricotylie à cotylédon médian, les modes de préfoliaison les plus fréquents sont représentés (fig. 18 et 23, pl. 17). Les types des fig. 21 et 22 sont rares et les autres (fig. 19 et 20, pl. 17) sont plus fréquents.

En ce qui concerne la morphologie du premier verticille foliaire on peut avoir, comme nous l'avons dit, trois feuilles semblables et normales. Toute asymétrie du verticille des cotylédons peut retentir, mais pas obligatoirement, sur la symétrie du verticille foliaire pour la modifier. Mais on ne peut pas dire, loin de là, que la symétrie parfaite des trois cotylédons entraîne un verticille foliaire parfait.

En effet, la tendance atavique du retour au type 2 a le temps de se manifester entre les deux verticilles.

La symétrie ternaire étant parfois imparfaitement fixée, quand on la suit par des coupes en série jusqu'aux limbes des feuilles plus ou moins soudées, on voit, anatomiquement, qu'il y a à la fois une tendance à la fusion et une tendance à l'individualisation des pétioles plus ou moins soudés : par exemple la soudure anatomique des faisceaux des deux pétioles est tantôt indiquée par un rapprochement ou une adhérence à laquelle à plusieurs reprises peut succéder une disjonction très accentuée.

Ce fait que nous avons observé plusieurs fois est bien conforme avec celui qui a été enregistré chez le *Lamium purpureum* par Junger et que nous avons cité précédemment. On voit que la plantule qui a présenté la tricotylie peut revenir à la structure anatomique du type 2, mais avec une tendance à reprendre parfois ensuite une structure ternaire ou inversement. Cette tendance arrive d'ailleurs rarement à être réalisée assez parfaitement pour qu'elle se traduise extérieurement par l'apparition d'une nouvelle symétrie dans les angles des tiges ou les verticilles foliaires.

Cependant Charles Bonnet a cité chez le Haricot des feuilles soudées par les limbes et qui peuvent être libres par leurs pétioles (1). Ceci confirme ce que nous venons de dire relativement à la tendance double, à l'individualisation et à la soudure.

L'anatomie peut-elle fournir un argument favorable à la théorie qui admettrait que la tricotylie résulte d'une action mécanique?

Dans une certaine mesure la formation des plantules tricotylées à cotyle ventral peut être favorisée par une compression mécanique de la plantule. Nous avons vu en effet que la structure de la figure 126, un peu exagérée, mène facilement à la structure de la figure 137. Cependant nous ne voyons pas comment une compression pourrait favoriser la production des plantules tricotylées à cotylédon dorsal. A moins qu'on veuille admettre, ce qui est possible, que ces dernières sont simplement dérivées des autres, par un phénomène d'inversion comme on en observe parfois en biologie.

Conclusions résumées.

1. Certaines variétés de *Phaseolus* peuvent présenter la tricotylie très fréquemment et d'une façon sensiblement constante.

---

(1) Moquin-Tandon : Tératologie végétale, p. 249.

2. La tricotylie est héréditaire à des degrés variables, mais chez le *Phaseolus*, comme chez d'autres plantes, il y a une influence atavique puissante qui amène le retour au type dicotylédoné. Il paraît possible de créer une race assez stable de *Phaseolus* tricotylés, mais plus de cinq ou six générations de graines soignées et sélectées seraient nécessaires.

3. Il existe une structure anatomique des plantules dicotylées qui se retrouve invariable dans les cas de grandes variations des deux cotylédons. Cette structure est modifiée et passe à une autre structure qui est ternaire et qui caractérise les plantules tricotylées.

4. Il y a des types morphologiques intermédiaires entre les *Phaseolus* dicotylés et les *Phaseolus* tricotylés à structure très accentuée et caractéristique. Ces types intermédiaires semblent démontrer que les cas de décotylie anormale, tels que ceux qui sont représentés (Pl. 17, fig. 12, 13, 16, 17, 17',) dérivent d'une tricotylie imparfaite telle que celles qui sont représentées fig. 11', 11'', 12'.

De même il y a parenté entre les cas des plantules dicotylées ayant un cotyle bifide, et les cas de tricotylie tels que celui qui est représenté fig. 14.

5. Le troisième cotyle des plantules tricotylées peut être inséré sur la face dorsale ou sur la face ventrale de la tigelle. Il peut aussi être disposé asymétriquement. Sa base d'insertion peut être un peu au-dessus du niveau d'insertion des deux autres cotylédons, ou bien constituer avec ceux-ci un vrai verticille. De la position du cotyle supplémentaire, par rapport au plan dorso-ventral de la tigelle, dépend la structure anatomique réalisée.

6. Si on cherche les caractères anatomiques des plantules à trois cotylédons, on voit qu'ils se traduisent dans la racine et ses ramifications, dans l'axe hypocotylé, l'épicotyle, le premier verticille foliaire et parfois dans tout ou partie de la plante au-dessus des cotylédons et du premier verticille foliaire. Les figures 133, 136, 137, 139 relatives à des plantules tricotylées pourront être comparées aux figures 124, 125, 126, 131 qui représentent les mêmes parties d'une plantule à deux cotylédons.

7. Anatomiquement il n'a pas été observé de tricotylie parfaite chez le *Phaseolus* étudié. Même dans le cas d'une tricotylie qui extérieurement se présente sous un aspect aussi symétrique que

possible, les trois régions de la structure ternaire ne sont pas identiques. Si la structure ternaire type symétrique par rapport à un axe (fig. 141) est réalisée, ce n'est que dans des cas très rares puisqu'on ne l'a pas observée une fois sur 350 échantillons de diverses origines.

8. De nombreuses anomalies du premier verticille foliaire de la tige ou de la racine du *Phaseolus*, classées comme monstruosités, sont produites indirectement par des anomalies des cotylédons. Ces variations sont donc souvent des conséquences du phénomène de la tricotylie.

9. Chez les Dicotylédones la variation du nombre des cotylédons entraîne une modification profonde de la morphologie externe et de la structure anatomique. Ce fait vérifie que le nombre des cotylédons est bien un caractère de premier ordre. C'est donc avec raison qu'on l'utilise comme tel en systématique (1).

---

(1) Les principaux résultats de ce travail ont été exposés à la Réunion Biologique de Nancy en 1898, sous le titre : *Notes tératologiques sur les Phaseolus.*

EXPLICATION DE LA PLANCHE 17.

1. Graine de Haricot dont un cotylédon c^1 a été enlevé. $^1/_1$ *d*, face dorsale de la tigelle ; *v*, face ventrale de la tigelle.

2. Germination de Haricot dicotylé pour montrer l'orientation des parties par rapport aux cotylédons. Le cotylédon c^1 a été enlevé.

3, 4. L'embryon de la fig. 1, privé de ses deux cotylédons. 3, vue de la face ventrale *v*, c_1 et c_2 indiquent les insertions des cotylédons. 4, vue de la face dorsale.

5. Le même embryon vu latéralement. On voit que les cotylédons sont insérés au voisinage du plan dorso-ventral mais près de la face dorsale.

6. Coupe de la germination dicotylée ordinaire de la fig. 2. La coupe, comme toutes celles qui suivent, est faite suivant le plan *mn* et intéresse l'epicotyle *e*, les cotylédons c_1 et c_2 et l'hypocotyle *h*. Le plan dorso-ventral de la plantule est représenté par une ligne de points qui est le plan de symétrie de la figure. On retrouve le plan dorso-ventral indiqué de la même façon dans les figures 8, 11, 11', 12, 13, 14, 15, 16, 17.

7. Germination de Haricot tricotylé très régulière, à troisième cotylédon médian dorsal. On a écarté et relevé les deux cotylédons latéraux pour montrer les deux cavités *p* où la plantule était logée avant la germination ; *v*, face ventrale.

8. Coupe suivant *mn* de la germination 7, 9, 9'. Cette germination étant dans la position naturelle de la figure 2.

9, 9'. Germination de la figure 7 dont les trois cotylédons ne sont pas écartés.

10, 10'. Germination tricotylée dont le troisième cotylédon est médian ventral. 10, vue de la face dorsale ; 10', vue de la face ventrale.

6'. Germination dicotylée vue sur la face ventrale pour comparer avec 9' et 10'.

11. Coupe suivant *mn* de la germination 10, 10' dans la position naturelle de la fig. 2.

11' et 11''. Coupe suivant *mn* de deux germinations tricotylées analogues à 10, 11, mais dont les deux cotylédons latéraux sont soudés.

12. Germination dicotylée présentant deux cotyles disposés très asymétriquement (comparer avec 12').

12'. Germination à tricotylie asymétrique.

13. Germination dicotylée anormale dont le plan de symétrie des deux cotylédons est perpendiculaire au plan habituel. Comparer 6 et 13. Par erreur l'hypocotyle manque en bas du dessin de la figure 13. Il occupe par rapport au plan de symétrie la même position que dans la figure 6.

14. Germination tricotylée asymétrique produite par dédoublement simple de l'un des cotylédons. Il existe des types de transition au type dicotylé dont l'un des cotyles est simplement bifide.

15. Germination tricotylée à cotyle médian dorsal. Les trois cotyles sont inégaux.

16. Germination dicotylée asymétrique semblant dériver d'une forme analogue à la forme 14.

17, 17'. Germination dicotylée irrégulière analogue à *13*, mais dont le gros cotyle dorsal est devenu enveloppant et contient le petit cotyle ventral.

18. Préfoliaison régulière du premier verticille foliaire de la germination 7, 8, 9. 9'.

19 à 23. Préfoliaisons diverses observées sur des germinations tricotylées.

24, 25. Les deux préfoliaisions qu'on peut observer sur les germinations dicotylées. Dans la figure 24, le plan dorso-ventral de la plantule passe par les nervures médianes des deux feuilles. Dans la figure 25, ce plan passe par les deux points c_1c_2.

ANATOMIE COMPARÉE ET EXPÉRIMENTALE
DES FEUILLES SOUTERRAINES

par M. Joseph **THOMAS**

I

On sait qu'il existe au point de vue de la morphologie extérieure de grandes différences entre les feuilles aériennes et les écailles souterraines. En effet, chez beaucoup de Monocotylédones, en particulier chez les Liliacées et les Amaryllidées, on remarque au bas de la tige des renflements appelés bulbes et qui sont formés d'un grand nombre d'écailles épaissies. Les écailles situées au centre même du bulbe présentent généralement une coloration plus ou moins blanchâtre : elles possèdent une épaisseur plus considérable, et d'importantes matières de réserve s'accumulent dans leur parenchyme ; les écailles les plus externes sont, au contraire, plus minces, de coloration brunâtre, se flétrissent et finissent par se dessécher.

Chez beaucoup de Dicotylédones, on trouve étagés sur les rhizomes de petits appendices foliacés plus ou moins réduits, minces et bruns, et à l'aisselle desquels se développe un jeune bourgeon. Il est évident que l'écaille souterraine qui, dans le premier cas, jouait un rôle de réserve, joue dans le second le rôle d'organe protecteur.

Il était intéressant de rechercher si l'organisation intérieure de ces organes présentait des variations de structure en rapport avec les différences de forme extérieure. C'est donc une étude comparative de l'anatomie des écailles souterraines et des feuilles aériennes que nous nous sommes proposé de faire dans ce travail.

Il se divisera naturellement en deux parties :

I. *Partie anatomique.* — Nous avons étudié, dans cette première partie, la structure d'un certain nombre d'écailles appartenant aux familles les plus diverses et nous les avons classées en trois groupes, selon qu'elles étaient les homologues de la gaîne, du pétiole ou du limbe de la feuille.

II. *Partie expérimentale.* — Elle comprend deux séries d'expériences. Dans les unes, nous avons enterré certains rameaux, de manière à ce que les nouvelles feuilles produites se développent sous le sol, c'est-à-dire dans les conditions habituelles des écailles. Dans les autres, au contraire, nous avons déterré des rhizomes et les avons placés à l'air et à la lumière, de façon à ce que les écailles situées sur les rhizomes se développent dans les conditions normales des feuilles aériennes.

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE COMPARÉE DES FEUILLES SOUTERRAINES

A. ÉCAILLES CORRESPONDANT A DES GAÎNES.

Smilax excelsa (Fig. 142 à 145). — L'écaille souterraine du *Smilax* possède un épiderme supérieur composé de cellules petites, allongées dans le sens transversal, à parois généralement peu épaisses. Le parenchyme uniforme est constitué par des cellules de forme plus ou moins arrondie, sans lacunes. L'épiderme inférieur est formé de cellules plus petites que celles du parenchyme et allongées perpendiculairement à la surface : elles sont pourvues de cuticule. Les faisceaux libéroligneux sont disposés sur un arc unique et présentent une alternance régulière, un faisceau de grandes dimensions étant toujours situé entre deux petites. Chacun de ces faisceaux, grands ou petits, est entouré d'un anneau complet de sclérenchyme : les faisceaux eux-mêmes renferment des vaisseaux ligneux en nombre peu élevé.

Sur une coupe faite dans la région inférieure de la gaîne, on observe une disposition identique : à un épiderme supérieur cutinisé fait suite un parenchyme composé de cellules arrondies avec peu de méats. Les faisceaux sont également disposés sur un arc unique ouvert en haut et présentent la même alternance régulière. Toutefois, leur nombre est plus élevé que dans l'écaille et le sclérenchyme qui les entoure est plus abondant : les bords de ces anneaux de sclérenchyme arrivent au contact les uns des autres. L'épiderme inférieur a ses parois fortement cutinisées.

A la partie supérieure de la gaîne, on observe, au milieu d'un parenchyme uniforme composé de cellules polygonales sans méats, les faisceaux libéroligneux disposés selon un arc presque complètement fermé.

Le limbe est nettement différencié en deux ou trois assises palissadiques qui occupent à peu près le tiers de l'épaisseur du mésophylle et un tissu lacuneux. A la face supérieure, l'épiderme est formé de cellules arrondies à paroi externe cutinisée, tandis qu'à la face inférieure, il a ses cellules tabulaires. Les faisceaux libéroligneux sont entourés d'un anneau de sclérenchyme très développé et possèdent des vaisseaux du bois en grand nombre. En regard des faisceaux et en dehors de l'anneau péricyclique sclérifié, les cellules du parenchyme sont lignifiées, accroissant ainsi le tissu de soutien.

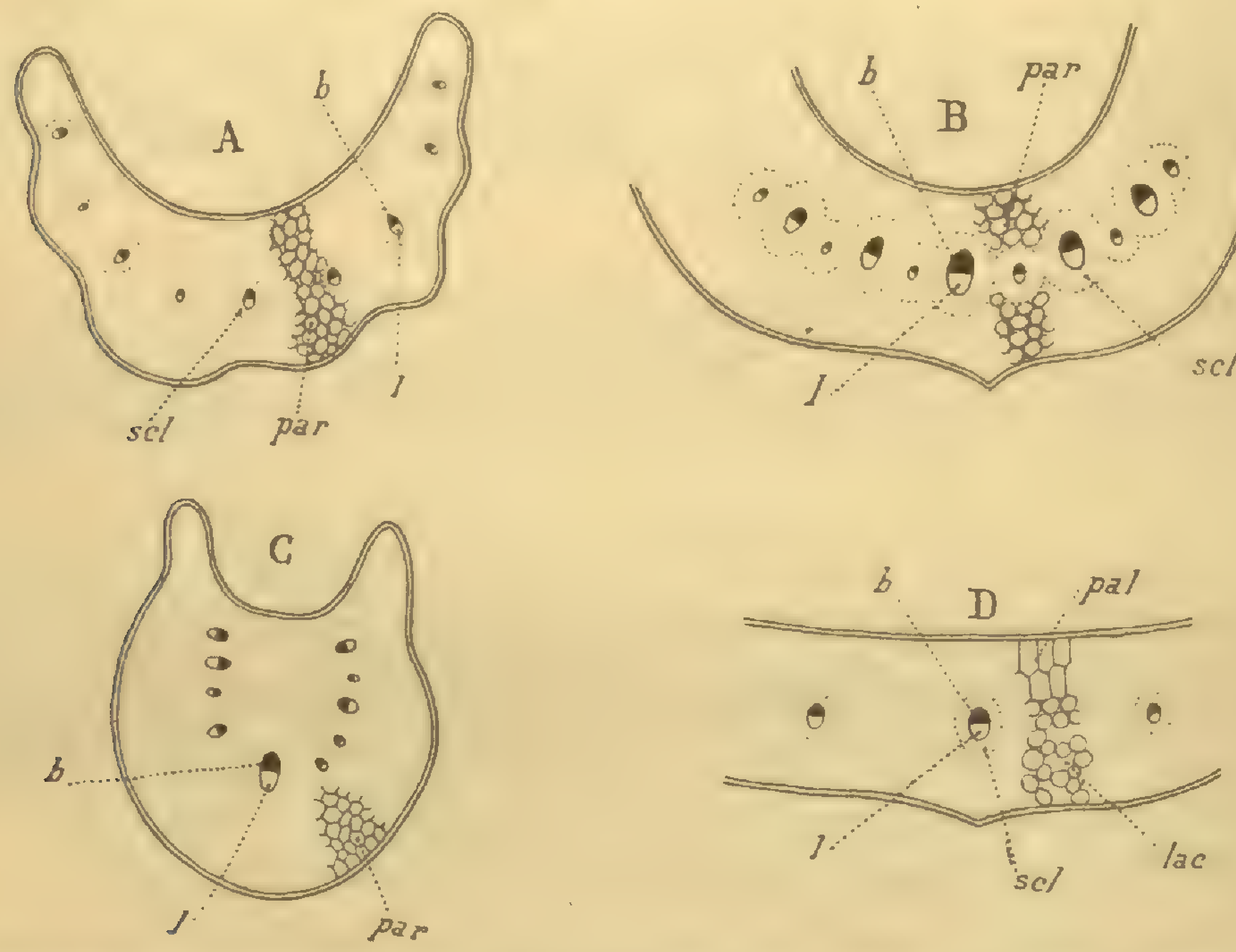


Fig. 142 à 145. — (1/2 schémat.). *Smilax excelsa.* — A, écaille souterraine ; B, gaine de la feuille aérienne ; C, pétiole ; D, limbe ; *par*, parenchyme homogène ; *b*, *l*, faisceau libéroligneux ; *scl*, sclérenchyme ; *pal*, tissu palissadique ; *lac*, tissu lacuneux.

L'écaille souterraine de *Smilax excelsa* présente donc de grandes analogies avec la base de la gaîne. Les cellules épidermiques de l'un et l'autre organes ont la même forme : la structure du parenchyme, la disposition des faisceaux libéroligneux sont identiques.

La gaîne et l'écaille diffèrent par une cutinisation moindre des cellules de l'épiderme, une réduction des faisceaux libéroligneux et un développement moins avancé de l'anneau de sclérenchyme périvasculaire, dans l'écaille.

Un grand nombre d'autres plantes à feuilles engaînantes nous ont fourni des résultats identiques. Nous citerons parmi les principales, *Canna indica*, *Tussilago Farfara*, *Arum italicum*, *Iris Pseudacorus*, *Tradescantia officinalis*, *Glyceria aquatica* (Pl. 18, fig. 1, 2, 3). *Sambusa matake*, *Heracleum Spondylium* (Pl. 19, fig. 14 et 15).

B. ÉCAILLES CORRESPONDANT A DES PÉTIOLES ENGAÎNANTS.

Rheum hybridum. — Dans l'écaille souterraine, les cellules de l'épiderme supérieur sont arrondies et celles de l'épiderme inférieur, tabulaires : les unes et les autres sont dépourvues de cuticule. Immédiatement en dedans de l'épiderme inférieur, se trouve une assise de cellules petites et assez régulières. Le parenchyme est constitué d'une face à l'autre par des cellules rondes séparées par des lacunes ; ces lacunes sont d'abord très petites vers la face inférieure et vont en augmentant ainsi que la dimension des cellules, jusque vers la face supérieure. Les faisceaux libéroligneux, très espacés les uns des autres, sont situés sur une seule rangée et possèdent un nombre peu élevé de vaisseaux du bois mal lignifiés.

Le limbe possède un épiderme composé de cellules arrondies, à parois plus cutinisées à la face supérieure qu'à la face inférieure. Au niveau des principales nervures, les deux ou trois premières assises situées en dedans de l'épiderme inférieur ont des parois plus épaisses. Des stomates existent aux deux faces. A la face supérieure apparaissent des poils de forme conique dont la base repose sur une seule cellule épidermique et dont la paroi présente des stries.

Le mésophylle est différencié en un tissu palissadique comprenant deux à trois assises de cellules et un tissu lacuneux à lacunes développées. Le système vasculaire comprend un nombre élevé de faisceaux, les plus petits sont situés à l'union du tissu palissadique et lacuneux : les plus gros, correspondant aux nervures principales, renferment une proportion notable d'éléments ligneux. Le faisceau de la nervure médiane est formé de deux faisceaux accolés par leur bois.

Une coupe faite dans la partie supérieure du pétiole montre un épiderme composé de cellules petites arrondies et à paroi externe fortement cutinisée. Les six ou sept premières assises de cellules, situées en dedans sont collenchymateuses. Le parenchyme est formé de cellules arrondies, volumineuses, séparées par des méats. Beaucoup d'entre elles renferment des cristaux d'oxalate de chaux. Les faisceaux libéroligneux sont situés sur deux cercles concentriques.

Si l'on examine la section du pétiole faite à la partie inférieure l'aspect change. Les cellules épidermiques sont arrondies, mais moins cutinisées : le collenchyme n'est plus apparent. Le parenchyme est formé de cellules de forme plus ou moins arrondie, avec moins de méats. Les faisceaux libéroligneux, plus nombreux et plus développés que dans l'écaille, sont disposés, comme dans cette dernière, sur une seule rangée.

Par son parenchyme homogène, sans différenciation en un tissu palissadique et un tissu lacuneux, par la disposition de ses faisceaux libéroligneux, l'écaille souterraine de *Rheum* se rapproche donc nettement de la partie inférieure ou engaînante du pétiole.

On observera des résultats identiques dans *Dicentra formosa, Rocconia cordata, Helianthus tuberosus*, et en général dans toutes les plantes dont les feuilles sont pourvues d'un pétiole engaînant.

C. ÉCAILLES CORRESPONDANT A DES PÉTIOLES.

Helleborus odorus (pl. 18, fig. 4 et 5). — L'épiderme supérieur d'une écaille souterraine est composé de cellules allongées parallèlement à la surface et à parois non cutinisées. Les cellules qui constituent le parenchyme ont une forme arrondie et possèdent d'assez grandes dimensions : elles sont séparées les unes des autres par des méats. Ce parenchyme se continue uniformément d'un épiderme à l'autre. Les faisceaux libéroligneux normalement orientés sont très-espacès et leur développement est peu avancé. Beaucoup d'entre eux n'ont pas leurs vaisseaux du bois différenciés : les plus gros seulement au plus trois ou quatre vaisseaux ligneux. Au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'épiderme inférieur, on voit les cellules du parenchyme diminuer de dimensions et acquérir des parois plus épaisses : ells sont situées à ce niveau sur trois ou quatre assises et sont séparées par des méats encore moins développés que dans le centre du parenchyme. L'épiderme inférieur est constitué par des cellules plus ou moins arrondies, de dimensions inférieures à celles des cellules de l'épiderme supérieur et à parois plus épaisses.

Le limbe est nettement différencié en une assise palissadique qui occupe à peu près le tiers de l'épaisseur du mésophylle et un tissu lacuneux. A la face supérieure, l'épiderme est formé de cellules tabulaires : à la face inférieure, il a des cellules arrondies. La cuticule est plus épaisse que dans l'écaille : de plus, il existe des stomates. En regard des faisceaux des grosses nervures, les deux ou trois premières assises sont collenchymateuses, tandis qu'il n'y a guère que la première qui le soit en dedans de l'épiderme supérieur. Le collenchyme est également développé vers la face inférieure, aux deux extrémités de la feuille.

Les faisceaux libéroligneux sont en plus grand nombre et plus développés que dans l'écaille : les vaisseaux du bois y sont plus nombreux dans chacun d'eux.

Le pétiole a, sur la coupe, la forme d'un cœur de carte à jouer, dont chaque moitié est amincie à son extrémité. Il présente un épiderme dont les cellules sont de forme arrondie et ont leurs parois considérablement épaissies. Le parenchyme est constitué par des cellules rondes, laissant entre elles des méats. Les faisceaux sont au nombre de cinq, disposés selon un arc : le faisceau médian est le plus développé, les dimensions des autres allant en diminuant du précédent aux deux extrémités de l'arc. Dans chaque faisceau, le bois est extrêmement lignifié : ses éléments sont nombreux et en dehors du liber, se trouve un arc épais de sclérenchyme.

L'écaille souterraine d'Hellébore diffère donc surtout du limbe aérien par l'homogénéité de son parenchyme et le faible développement de son bois : elle se rapproche davantage du pétiole par la disposition en arc de ses faisceaux libéroligneux et la structure non différenciée de son parenchyme.

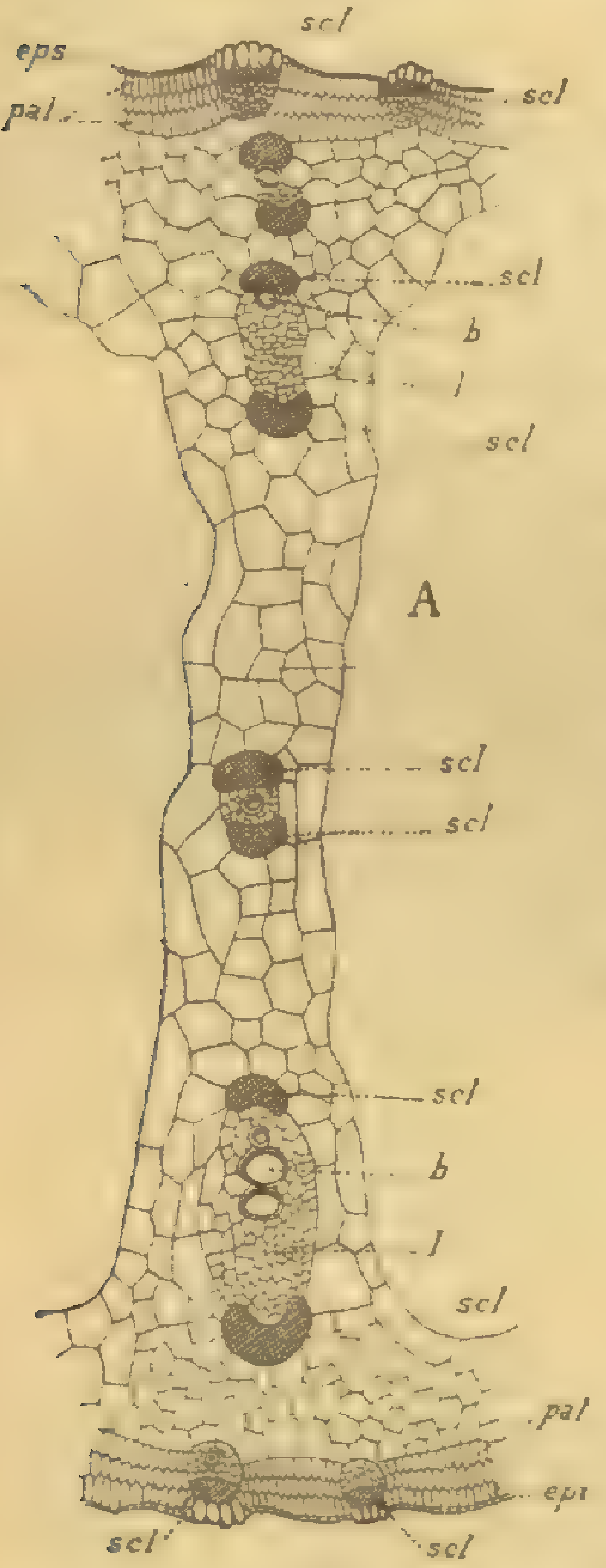
Les plantes dont les écailles souterraines sont les homologues des pétioles constituent le groupe le plus nombreux. Les différences déjà vues pour l'*Helleborus* se retrouvent dans toutes, sans exception. Nous citerons en particulier *Lysimachia vulgaris, Lysimachia Nummularia, Corydalis lutea, Stachys silvatica, Hieracium*

Pilosella, *Teucrium scorodonia*, *Lamium Galeobdolon*, *Physalis Alkekenji*, etc.

D. Ecailles correspondant a des limbes.

Colchicum autumnale (Pl. 18, fig. 8 et 9). — L'écaille souterraine possède un épiderme supérieur composé de cellules rondes et dont la paroi externe est dépourvue de cuticule. La première assise sous-épidermique est également formée de cellules arrondies, étroitement appliquées les unes contre les autres. Les couches sous-jacentes comprennent des cellules plus volumineuses que les précédentes, arrondies et séparées par des méats. Les faisceaux libéroligneux, très espacés les uns des autres, renferment un à deux vaisseaux du bois de forme polygonale : certains faisceaux n'ont pas encore leur bois différencié. L'épiderme inférieur est composé de cellules arrondies comme celles de l'épiderme supérieur et dépourvues également de cuticule.

Les deux épidermes de la feuille possèdent également une cuticule très épaisse : en dedans de chacune d'elles, existe une assise de tissu palissadique qui faisait totalement défaut dans l'écaille. La structure du parenchyme est plus lacuneuse : les cellules de forme arrondie sont séparées les unes des autres par des méats plus accentués. Les faisceaux sont plus développés et dans chacun d'entre eux, le nombre des vaisseaux du bois est plus élevé.



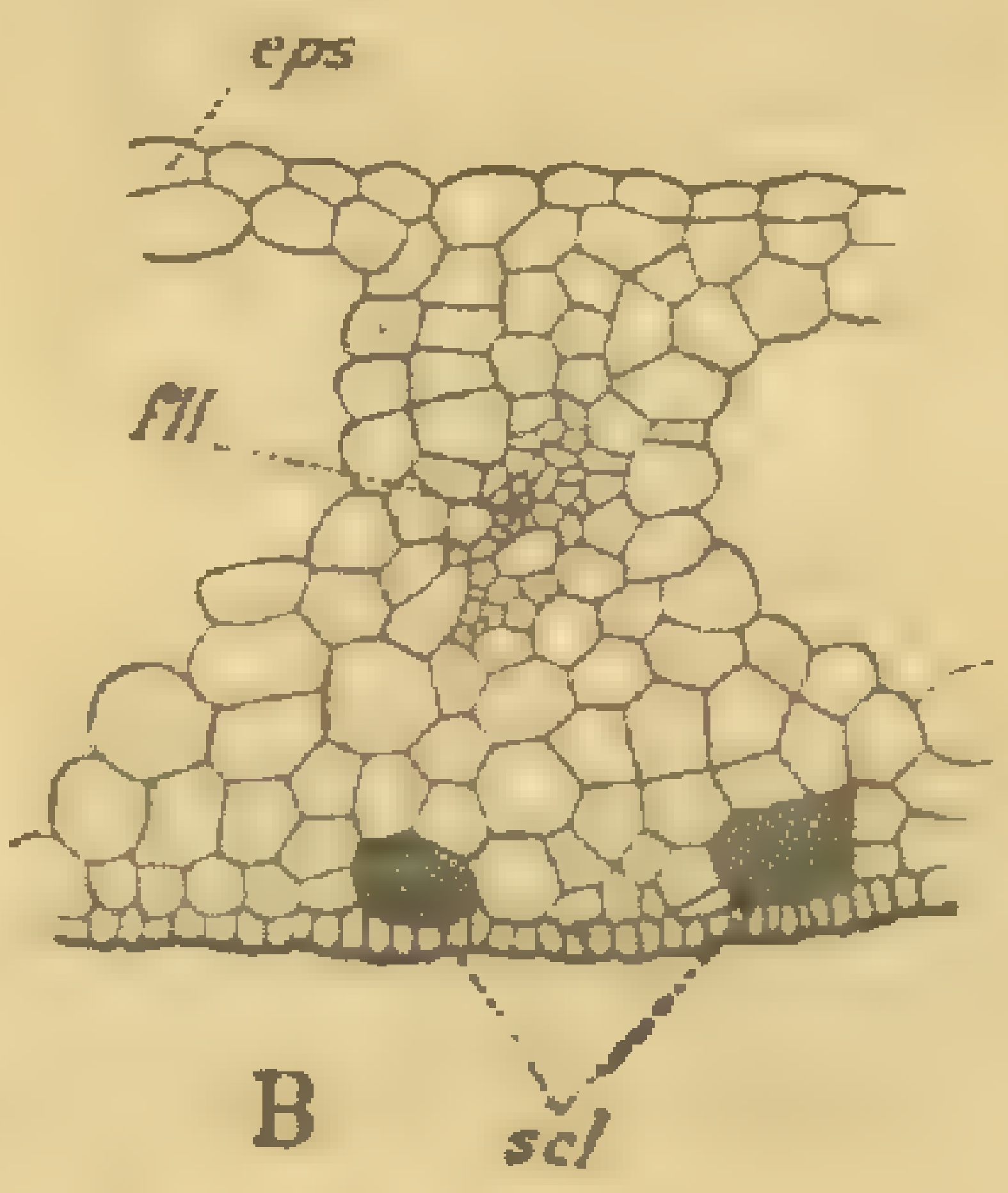


Fig. 146 et 147 (1/2 schémat.). *Typha latifolia*. — A, feuille aérienne ; B, écaille souterraine ; *eps*, épiderme supérieur ; *scl*, sclérenchyme ; *pal*, tissu palissadique ; *b*, bois ; *l*, liber ; *fll*, faisceau libéroligneux ; *epi*, épiderme inférieur

En somme, les différences essentielles que l'on constate entre les structures de l'écaille et de la feuille de Colchique sont :

1) Disparition complète du tissu palissadique dans l'écaille ;

2) Diminution du nombre des vaisseaux ligneux.

Typha latifolia (Fig. 146 et 147). — L'épiderme supérieur d'une écaille souterraine de *Typha* est composé de cellules à parois minces allongées dans le sens transversal. Au-dessous, le parenchyme est constitué par une ou deux assises de cellules de dimensions assez considérables, de forme polygonale et intimement unies entre elles, sans interposition de méats. En dedans, sont situées en alternance régulière les unes avec les autres, soit de grandes lacunes à grand axe transversal, soit des colonnes de parenchyme, comprenant sur une même assise cinq à six cellules et dans lesquelles est situé un faisceau libéroligneux. Ce faisceau est composé d'éléments fort peu différenciés dans lesquels les vaisseaux du bois ne sont pas encore liquéfiés.

Au-dessous des lacunes, se trouvent trois à quatre assises de cellules offrant la même disposition que celle signalée plus haut. Dans la dernière assise en contact avec l'épiderme inférieur sont par places des îlots de collenchyme. Les cellules de l'épiderme inférieur présentent une paroi externe nettement cutinisée.

Or, si on observe la coupe d'une feuille de *Typha*, on constate que l'épiderme est formé de cellules dont toutes les parois sont fortement cutinisées : au lieu d'être lisse comme dans l'écaille, il présente de loin en loin des saillies en contact desquelles se trouve un paquet de sclérenchyme. Dans l'intervalle de ces saillies, l'épiderme est en rapport intérieurement avec du tissu palissadique disposé sur trois assises de cellules. Ces cellules, qui ont une forme hexagonale à grand diamètre perpendiculaire à la surface, sont intimement appliquées les unes contre les autres. En dessous du tissu palissadique, vient le tissu lacuneux, composé de cellules plus ou moins polygonales unies entre elles et constituant de longues colonnes s'étendant d'une face à l'autre de la feuille. Ces colonnes sont plus allongées, plus grêles que dans l'écaille où elles sont, au contraire, plus épaisses, plus ramassées.

Chaque colonne renferme trois faisceaux libéroligneux, un situé au milieu et deux autres à chaque extrémité. Le faisceau médian est le moins développé : chaque faisceau considéré en particulier a son bois et son liber entouré d'un arc de sclérenchyme qui fait complètement défaut dans l'écaille.

Entre les colonnes et les séparant les unes des autres, apparaissent de très grandes lacunes rectangulaires à grand axe transversal.

A la face inférieure des lacunes, on observe le même aspect qu'à la face supérieure, c'est-à-dire, qu'après un parenchyme constitué par quatre à cinq assises de cellules polygonales, se trouve un tissu palissadique formé de cellules hexagonales, intimement unies, limitées elles-mêmes en dehors par un épiderme à parois nettement cutinisées.

Ainsi donc, les différences essentielles que l'on observe entre la structure de l'écaille et de la feuille de *Typha* peuvent être résumées dans le tableau suivant :

ÉCAILLE.	FEUILLE.
1. Epidermes peu cutinisés.	1. Epidermes très cutinisés.
2. Pas de tissu en palissade.	2. Trois assises de tissu palissadique à chaque face.
3. Appareil vasculaire réduit, non lignifié.	3. Appareil vasculaire beaucoup plus développé.
4. Pas d'îlots de sclérenchyme en contact avec les épidermes.	4. Des îlots nombreux de sclérenchyme en contact avec les épidermes.
5. Pas d'arc de sclérenchyme autour des faisceaux.	5. Deux arcs de sclérenchyme autour des faisceaux libéroligneux ; un en contact avec le bois, un autre en contact avec le liber.
6. Lacunes moins développées.	6. Lacunes plus développees.

On trouvera des caractères analogues dans les feuilles souterraines des plantes suivantes : *Hyacinthus orientalis* (Pl. 19, fig. 10 et 11), *Narcissus odorus*, *Crocus vernus*, *Polygonatum multiflorum*, *Nuphar alba*, *Ornithogalum umbellatum*, *Mentha aquatica* (Pl. 19, (fig. 12 et 13), *Linaria vulgaris*, *Saponaria officinalis*, *Valeriana officinalis*, *Lilium candidum*, etc.

E. ÉCAILLES AÉRIENNES ET ÉCAILLES SOUTERRAINES.

Monotropa Hypopitys (Pl. 19, fig. 16 et 17). *Écaille souterraine.* — L'épiderme est constitué par des cellules de forme arrondie et à parois très minces. Le parenchyme qui s'étend uniformément d'un épiderme à l'autre comprend trois à quatre rangées de cellules polygonales intimement unies, sans la moindre interposition de méats. Les faisceaux libéroligneux sont situés par groupe de deux, à peu de distance de l'épiderme supérieur : leurs dimensions sont restreintes et leurs éléments mal différenciés.

Écaille aérienne. — L'épiderme est sensiblement le même que dans l'écaille souterraine. Le parenchyme est également constitué par des cellules polygonales et sans méats, mais leurs dimensions sont plus petites. Il comprend sept à huit rangées de cellules, alors que précédemment il n'y en avait que trois ou quatre. De plus, la différenciation des faisceaux libéroligneux est plus avancée. Chacun d'eux possède trois à quatre petits faisceaux du bois de forme polygonale et un liber plus développé.

L'écaille souterraine diffère donc de l'écaille aérienne :

1° Par l'épaisseur moindre de son parenchyme;

2° Par les dimensions plus considérables de ses cellules;

3° Par le développement moins avancé de son appareil vasculaire.

Asparagus officinalis (Pl. 18, fig. 6 et 7). — L'écaille souterraine possède un épiderme supérieur formé de cellules tubulaires dépourvues de cuticule et un épiderme inférieur dont les cellules sont allongées perpendiculairement à la surface, à parois latérales sinueuses, et à paroi externe pourvue d'une cuticule très développée. Les stomates font également défaut aux deux faces. Le parenchyme est homogène, composé de cellules plus ou moins polygonales, séparées par quelques méats. Les faisceaux libéroligneux sont situés à peu de distance de l'épiderme supérieur : la plupart d'entre eux n'ont pas leurs éléments différenciés et les plus gros ne renferment environ qu'une dizaine de vaisseaux du bois.

En somme, trois caractères principaux ressortent :

1° Épiderme inférieur très cutinisé et dépourvu de stomates ;

2° Parenchyme homogène avec peu de méats ;

3° Faisceaux libéroligneux peu développés.

Dans l'écaille aérienne, l'épiderme supérieur présente à peu près les mêmes caractères que dans l'écaille souterraine, mais l'épiderme inférieur présente des différences. Tout d'abord, la paroi externe est dépourvue de cuticule, ou du moins celle-ci est réduite ; les parois latérales sont moins sinueuses ; de plus, il existe des stomates en très grande quantité.

Le parenchyme offre sensiblement le même aspect que dans l'écaille souterraine : il est composé de cellules également polygonales, séparées par quelques méats. Vers la face supérieure, ces cellules tendent à devenir sinueuses. Les faisceaux libéroligneux, plus élevés en nombre, présentent une quantité de vaisseaux du bois plus considérables. Leurs parois sont mieux liquéfiés et, à la face externe du liber, certaines cellules du péricycle ont leurs parois plus épaisses.

L'écaille souterraine d'Asperge présente donc comme différence avec l'écaille aérienne :

1° Une cutinisation plus accentuée de l'épiderme inférieur et une disparition des stomates de ce même épiderme ;

2° Un développement moindre de l'appareil vasculaire.

(*A suivre*).

LES CONDITIONS DE RÉUSSITE DES GREFFES

par M. Lucien **DANIEL** *(Suite)*

Les résultats précédents montrent que l'observance de la polarité n'influe point d'une façon absolue sur la réussite des greffes ; mais les expériences de M. Vöchting font voir nettement qu'en tenant compte de la polarité, la symbiose est plus parfaite et par conséquent plus durable. Or, comme nous l'avons déjà fait remarquer, la durée n'a point de rapport obligatoire avec la réussite des greffes. On ne peut donc considérer l'observance de la polarité comme une condition de réussite.

Les seules conditions extrinsèques absolues des greffes par rapprochement sont donc :

1° *Une température suffisante à la production des méristèmes, température qui ne peut être assez basse ou assez élevée pour tuer les méristèmes une fois formés.*

2° *La suppression raisonnée de toutes les causes qui peuvent amener la pourriture ou la dessiccation des méristèmes de cicatrisation.*

3° *Le maintien de l'adhérence des plaies à l'aide d'une ligature susceptible d'être desserrée progressivement.*

On remarquera de plus que, dans toutes ces greffes, il n'y a jamais danger de mort pour le sujet ou le greffon, car l'opération ne trouble pas ou presque pas le fonctionnement régulier de leurs appareils réciproques. L'absorption et l'assimilation restent sensiblement les mêmes après la symbiose.

2. CONDITIONS INTRINSÈQUES.

Peut-on souder entre elles toutes les espèces de plantes comme l'ont prétendu beaucoup d'auteurs de l'antiquité et du moyen-âge, ou bien au contraire ne peut-on rapprocher que des plantes très voisines sous tous les rapports comme on l'enseigne aujourd'hui ? C'est ce que nous allons étudier dans ce paragraphe.

a. **Mode de cicatrisation.** — Le mode de cicatrisation des plaies ne concerne pas les greffes par compression où l'on ne produit pas de blessures et où il se passe simplement quelque chose d'analogue à une concrescence; il s'applique seulement aux greffes avec entaille préalable des deux plantes. Dans celles-ci seules, en effet, la soudure peut s'effectuer par une *cicatrisation en commun* des plaies en contact.

Or, au point de vue de la cicatrisation des plaies, on sait que les plantes se divisent en deux catégories : celles qui cicatrisent leurs blessures par simple *dessiccation* des couches de cellules entamées et des cellules voisines, et celles qui régénèrent leurs tissus à l'aide de méristèmes.

α. Rapprochement des plantes cicatrisant leurs plaies par dessiccation. — Il va de soi que ces plantes ne peuvent se greffer avec entaille et que si l'on arrive un jour à les souder, ce sera seulement par le procédé de la compression, en opérant sur des tissus très jeunes de façon à produire une *concrescence artificielle.* Nous n'avons point encore essayé ce dernier moyen, mais nous nous sommes servi de tous les procédés de rapprochement avec entaille préalable, et cela sans succès dans diverses Monocotylédones et la plupart des Cryptogames.

Dans certaines de ces plantes, les plaies se dessèchent rapidement (*Ruscus*, Fougères); dans d'autres, les plaies pourrissent si l'on essaye d'empêcher leur dessiccation à l'aide des procédés ordinaires (Bambous et diverses Graminées) : ces résultats, surtout dans les parties jeunes, quand bien même on greffe des individus différents ou simplement les parties différentes d'un même individu.

Voulant nous rendre compte si la soudure de deux tissus entamés était réellement impossible chez ces plantes, nous avons réduit l'expérience au minimum de complication en employant un procédé voisin de la greffe par rapprochement. Ce procédé, qu'on peut appeler *fente-coupure*, consiste à pratiquer sur une plante des blessures longitudinales dont on rapproche ensuite les deux lèvres pour en étudier la cicatrisation. Dans la fente-coupure, la seule condition de réussite est la possibilité de la cicatrisation en commun, toutes les autres conditions intrinsèques et la question de polarité se trouvant éliminées.

Or, les greffes fentes-coupures de *Ruscus*, de Bambous, de Maïs, de Fougères, etc., se sont comportées de la même manière que les greffes par rapprochement, même quand les blessures ont été faite, au sommet végétatif de la tige (*Pteris*) ou de la feuille (Fougère mâle).

Ces expériences nous conduisent à formuler une quatrième condition fondamentale de réussite des greffes par rapprochement : *La greffe par rapprochement est impossible dans toutes les plantes qui cicatrisent leurs plaies par dessiccation des cellules blessées et des couches voisines, c'est-à-dire qui sont incapables de régénérer leurs tissus.*

β. *Rapprochement de plantes régénérant leurs tissus.* — Les plantes capables de régénérer leurs tissus peuvent se cicatrisers soit uniquement à l'aide de méristèmes produits par les parenchymes médullaire ou cortical (la plupart des Monocotylédones et quelques Cryptogames), soit successivement à l'aide de ces méristèmes et de la couche génératrice ou cambium (Dicotylédones et quelques Monocotylédones).

Pour nous rendre compte si, seules, les plantes possédant une couche génératrice interne peuvent se greffer comme on le prétend, nous avons opéré sur un certain nombre de Monocotylédones et de Cryptogames, en nous servant, soit du procédé de la fente-coupure, soit du rapprochement avec entaille.

Nous avons obtenu une cicatrisation parfaite des plaies dans les fentes-coupures de Glaïeul, de *Funckia cordata*, d'Hémérocalle, de *Lœlia*, de *Philodendron*, de *Caladium*, de Lis blanc, etc. Mais le résultat le plus intéressant est la réussite de la cicatrisation d'une fente-coupure de *Selaginella arborea*. Cette fente avait été pratiquée à l'aisselle de l'avant-dernière feuille d'une tige jeune, non loin du sommet végétatif ; la soudure s'est effectuée fort bien, et seule la trace de la fente persistait au bout de quelques mois. Encouragés par ce premier résultat nous avons pratiqué le rapprochement sur des *Caladium*, le *Globba coccinea*, les *Philodendron*. Nous avons obtenu ainsi *une soudure très nette et persistante*. Les tissus de soudure sont purement parenchymateux, et ils ne se différencient point, dans la région d'union, des vaisseaux reliant entre eux les vaisseaux des plantes rapprochées.

La réussite de telles greffes a déjà une certaine importance pratique puisqu'elles permettront d'essayer l'influence réciproque du sujet et du greffon, dans le but d'obtenir une modification des variétés, soit directement, soit à la suite du semis. Elle montre que la greffe par rapprochement est possible chez certaines Monocotylédones et que la présence d'une couche génératrice *interne n'est point toujours indispensable à la réussite de toutes les greffes par rapprochement.*

Mais il n'en est pas moins vrai que la soudure est plus parfaite et l'union plus intime quand la couche génératrice interne vient compléter la cicatrisation des parenchymes.

Considérons, par exemple, le rapprochement de la Fève (*Faba vulgaris*) et du Haricot (*Phaseolus vulgaris*). Au bout de quelques semaines, la soudure est parfaite et définitive. En examinant au microscope les tissus cicatriciels, on constate non seulement les tissus parenchymateux provenant des méristèmes de la moelle ou de l'écorce, mais aussi des tissus cambiaux. Ceux-ci se différencient assez rapidement ; ils donnent des vaisseaux libériens et ligneux, que l'on peut appeler par exemple, *vaisseaux cicatriciels, et qui font communiquer directenent les vaisseaux de l'une des plantes avec ceux de l'autre.*

c. **Analogie.** — Le greffage par rapprochement, étant un procédé rarement employé, n'a point été l'objet d'une étude aussi approfondie, aux divers points de vue qui constituent l'analogie, que les greffages proprement dits que nous étudierons plus loin. Cette pénurie de documents anciens se comprend d'autant mieux que ces procédés n'ont point été considérés séparément jusqu'ici. Nous-mêmes nous n'avons fait encore qu'un nombre relativement faible d'essais au point de vue de l'analogie entre les plantes rapprochées. Cependant les exemples que nous possédons actuellement suffisent à nous donner des indications sur la valeur de la plupart des caractères d'analogie.

Pour plus de clarté, nous diviserons les caractères d'analogie en trois sections : 1° l'analogie dans les caractères de structure ; 2° l'analogie dans les contenus cellulaires ; 3° l'analogie dans le développement.

1° **Caractères de structure.** — Les caractères de structure portent sur les bois et les écorces au sens ancien de ce dernier mot.

Considérons le rapprochement, facile à effectuer, du Chou vert et du Navet ; nous y trouverons des écorces et des bois de structure bien différente. La soudure n'en est pas moins parfaite entre les couches ligneuses du Chou et les parenchymes médullaires du Navet.

La différence dans la dureté des bois et leur nature histologique peut aussi n'être point un obstacle à l'union anatomique. C'est ainsi que l'on a constaté une soudure naturelle fort nette entre le Chêne et le Hêtre ; entre un Chêne et un Frêne qui étaient réunis par leurs tiges ; entre un Chêne et un Noyer soudés par leurs racines ; on a même observé la soudure du Sapin et du Tilleul et M. Féret m'a adressé des portions de tiges accolées de Vigne et de Rosier. Combien pourtant ces plantes diffèrent comme structure anatomique !

Cependant le rapprochement ne réussit pas toujours entre plantes aussi différentes. Ainsi nous avons en vain essayé de rapprocher le Marronnier (*Æsculus Hippocastanum*) et le Châtaignier, etc.

2° Contenus cellulaires. — Les contenus cellulaires doivent être considérés tant sous le rapport de la composition spéciale des protoplasmas que sous le rapport de ses produits : réserves et déchets organiques. En l'état actuel de la science, nous ne connaissons pas assez la composition du protoplasma pour préciser d'une façon certaine les conséquences qu'amènent dans la greffe les discordances de composition entre les protoplasmas des plantes associées. Mais il n'en est plus de même pour quelques substances de réserve et divers déchets cellulaires.

C'est ainsi que les réserves et les contenus cellulaires sont bien différents dans les divers rapprochements que nous avons signalés ci-dessus et qui n'en réussissent pas moins.

L'accumulation des réserves en des points différents de l'appareil végétatif n'a aucune importance, ainsi que le prouve le succès des greffes par rapprochement entre le Navet et le Chou, le Chou vert et le Chou rave, le Chou de Bruxelles et le Chou rave, le Chou rave et le Chou-fleur.

De même le rapprochement entre racines de la Laitue et du Salsifis âgé se fait fort bien, quoique l'inuline du Salsifis ne puisse passer au travers des membranes des cellules de la Laitue.

Mais si les contenus cellulaires d'une des plantes rapprochées sont toxiques pour l'autre, la greffe par rapprochement échoue. C'est ainsi que nous n'avons pu souder la Chélidoine et le Salsifis, le Salsifis et la Bardane, etc. La mort rapide des tissus entamés est survenue, quelles que fussent par ailleurs les précautions prises.

3° **Analogie dans le mode de développement.** — Dans cette section nous ferons successivement rentrer : α, l'égalité de taille ; β, l'égalité de vigueur ; γ, le passage à l'état de vie active ou de vie ralentie ; δ, la précocité relative ; ε, la durée du développement ; η, la persistance ou la caducité des feuilles.

α *Egalité de taille.* — Rapprochons deux variétés de taille bien différente comme le Chou vert et le Chou fleur, le Chou vert et le Chou rave, le Chou moellier et le Chou minet, la variété la plus grande se développe au détriment de la variété la plus petite qui reste presque naine. La soudure n'en est pas moins très nette et elle persiste jusqu'à la mort des deux plantes. Des faits assez analogues s'observent dans les greffes par rapprochement du Haricot noir de Belgique et du Haricot de Soissons gros et de la Fève.

La différence de taille n'influence donc point sur la réussite.

β *Egalité de vigueur.* — Ce que nous venons de constater dans le rapprochement de deux plantes de taille différente se retrouve moins accentué dans la greffe par rapprochement de plantes inégalement vigoureuses appartenant à la même race. Nous avons constaté ces faits dans la greffe des Choux moelliers entre eux, des Choux raves blancs ou violets, etc. Le Chou le plus vigoureux se développe au détriment du plus faible qui reste de petite taille.

γ *Vie active et vie ralentie.* — On peut très bien rapprocher deux végétaux dont l'un est à l'état de vie active et l'autre à l'état de vie ralentie. Ainsi, si l'on greffe au printemps un Chou âgé de quelques semaines et un Navet dont le tubercule est entièrement formé, la soudure s'effectuera, peut-être un peu plus difficilement et c'est tout. Chacune des deux plantes n'en continue pas moins son développement régulier : le Navet monte à graines dans l'année même de la greffe pendant que le Chou fleurit seulement l'année suivante, comme s'il n'avait pas été greffé.

δ *Précocité relative.* — Rapprochons deux variétés de Choux cabus, l'une précoce comme le Chou de Tours, l'autre plus tardive comme le Chou de Saint-Brieuc, la soudure s'effectue fort bien et très rapidement. Il en est de même pour les Haricots noirs de Belgique et les Haricots de Soissons.

L'espèce précoce et l'espèce tardive se comportent comme si elles étaient seules, abstraction faite bien entendu de la nourriture qu'elles peuvent trouver dans le sol et que nous supposons abondante.

ε *Durée du développement.* — Le rapprochement peut se faire entre plantes annuelles, bisannuelles ou vivaces sans que pour cela la durée de chacune des plantes associées soit modifiée. Nous avons soudé ainsi le petit Pois et le Pois de senteur, l'*Anthirrinum Orontium* et la Linaire vulgaire, c'est-à-dire une plante annuelle et une plante vivace. La symbiose cesse par la mort de l'espèce annuelle.

Les mêmes faits s'observent dans le rapprochement des plantes bisannuelles et des plantes vivaces. Suivant que la plante bisannuelle est âgée de un ou deux ans au moment de la greffe par rapprochement, la symbiose dure deux ans ou un an : Alliaire et Choux divers rapprochés par les racines, etc.

η *Durée des feuilles.* — L'exemple déjà cité de l'union naturelle observée entre le Sapin et le Tilleul suffirait à montrer que l'on peut greffer par rapprochement des arbres à feuilles caduques et des arbres à feuilles persistantes.

Nous avons obtenu une soudure persistante en rapprochant le Cerisier ordinaire et le Laurier-Cerise, l'*Aralia spinosa* à feuilles caduques et l'*Aralia Sieboldii* à feuilles persistantes.

En résumé, on voit que si l'analogie, dans son ensemble, amène une symbiose plus parfaite, elle n'est généralement point indispensable à la réussite. Toutefois il faut excepter le cas où l'une des plantes au moins contient des produits toxiques pour l'autre : c'est à cela que se réduisent les conditions absolues d'analogie dans la greffe par rapprochement.

d. **Parenté botanique.** — Un certain nombre de greffes par rapprochement que nous avons données au paragraphe *b* nous fait voir immédiatement que la soudure anatomique peut s'obtenir entre plantes de familles parfois très éloignées. En effet si le Hêtre et le Châtaignier sont deux Cupulifères, c'est-à-dire deux plantes de la même famille, le Chêne (Cupulifères) et le Noyer (Juglandées) appartiennent à deux familles voisines du groupe des Amentacées ; le Rosier (Rosacées) et la Vigne (Ampélidées) appartiennent à des classes différentes (Dialypétales périgynes et Dialypétales hypogynes) ; le Chêne (Cupulifères) et le Frêne (Oléacées) appartiennent le premier aux Apétales, le second aux Gamopétales ; enfin le Sapin (Conifères) et le Tilleul (Tiliacées) sont plus éloignés encore dans la classification botanique, puisque le Sapin est une Gymnosperme et le Tilleul une Angiosperme.

Ces résultats montrent bien nettement que le principe de la parenté botanique n'est point toujours, pas plus que la présence d'une couche génératrice interne ou l'analogie, un facteur essentiel de la réussite des greffes par rapprochement ou greffes purement anatomiques.

En constatant les réussites du Rosier et de la Vigne, du Chêne et du Frêne, du Sapin et du Tilleul, on comprend que les Anciens aient pu obtenir des réussites analogues et en aient conclu que toutes les plantes pouvaient se greffer entre elles.

En examinant les nombreux insuccès de certains rapprochements dans les Dicotylédones, insuccès beaucoup plus nombreux encore dans les greffes proprement dites, comme nous le verrons plus loin, en considérant la difficulté qu'éprouvent à régénérer leurs tissus les Monocotélydones et les Cryptogames, on conçoit facilement que Duhamel du Monceau, Adanson et tous les auteurs modernes aient cru à une erreur grossière des Anciens, étant donné surtout que les Anciens avaient en vue surtout les greffes par rapprochement et les Modernes les greffes proprement dites.

B. GREFFES PROPREMENT DITES

Dans cette catégorie de greffages, le *greffage ordinaire en fente herbacée* présente sous tous les rapports le maximum de complication au point de vue des conditions extrinsèques. Les conditions intrinsèques sont les mêmes que dans les autres procédés de la même catégorie : nous les prendrons donc pour type ; les autres modes de greffage s'en déduiraient facilement, car ils sont simplement des cas particuliers de celui que nous allons examiner.

Comme précédemment nous étudierons séparément les conditions extrinsèques et les conditions intrinsèques de réussite.

1. CONDITIONS EXTRINSÈQUES

Nous retrouvons évidemment, dans toutes les greffes proprement dites, les mêmes conditions extrinsèques que nous avons examinées dans les greffes par rapprochement (*température ; pourriture et dessiccation des méristèmes à éviter ; adhérence obligatoire des plaies*). Comme ces conditions ne sont pas modifiées sensiblement par le changement de procédé de greffage, nous n'avons pas à y revenir.

Mais, en coupant la tête du sujet et en supprimant l'appareil absorbant du greffon, on risque de faire périr les deux plantes. Une autre condition extrinsèque fondamentale de réussite intervient alors avec toutes ses conséquences : c'est *le maintien de la vie dans les deux plantes jusqu'à la réussite complète.*

Or, comme nous allons le démontrer, le sujet et le greffon se trouvent, par le fait même de la perte d'un appareil différent, dans des conditions biologiques contraires. Les conséquences de la section seront le plus souvent inverses et le traitement rationnel à appliquer sera particulier à chacun d'eux, quoique jusqu'ici on les ait traités de la même manière. Il y a donc lieu d'examiner séparément ce qui se passe dans le greffon et dans le sujet : 1° au moment de leur préparation, 2° une fois la greffe terminée.

a. **Préparation du sujet et ses conséquences.** — La coupe transversale du sujet a pour effet de supprimer la tension longitudinale de la tige ; la moelle et les faisceaux libéroligneux font saillie pendant que l'écorce subit un retrait. La sève brute s'écoule par l'ouverture béante des vaisseaux conformément à la formule de Poiseuille $Q = \frac{P D^4}{L}$; et d'autre part une perte de sève et des substances dissoutes s'effectue par la suppression même de la tension longitudinale du côté supérieur de la tige.

L'écoulement de la sève brute est d'autant plus prononcé qu'elle est remplacée au fur et à mesure de sa disparition par de nouvelle sève pompée dans le sol par un appareil absorbant intact. Cet écoulement est très utile car il maintient les plaies humides et s'oppose à la dessiccation.

La section horizontale du sujet supprime aussi la croissance intercalaire : c'est ce qui explique pourquoi il est nécessaire de greffer à une hauteur suffisante les plantes qui ont perdu leur géotropisme négatif (arbres pleureurs).

Le sujet, après la section, ne peut mourir desséché, puisque l'eau lui arrive en abondance ; mais, comme il a perdu son appareil assimilateur qui lui permettait de vaporiser cette eau, *il est exposé à la réplétion aqueuse et à la pourriture consécutive, si cet état persiste trop longtemps ou dépasse des limites déterminées pour chaque plante.*

b. **Préparation du greffon et ses conséquences.** — La coupe transversale du greffon amène les mêmes conséquences que pour le sujet ; toutefois la perte d'eau par les vaisseaux est plus faible, mais plus dangereuse au point de vue du maintien de la vie, car cette eau n'est pas remplacée facilement, le greffon ayant perdu son appareil absorbant direct, sans pour cela cesser de vaporiser l'eau proportionnellement à sa surface. Aussi sera-t-il exposé à périr desséché, et cela d'autant plus rapidement que les conditions extérieures seront plus favorables à l'émission de la vapeur d'eau par les parties vertes.

Il faut donc, pour que la réussite de la greffe soit possible, que le greffeur évite la rupture d'équilibre entre l'absorption qui est nulle et la vaporisation trop active. Il lui faut rétablir cette dernière ou amoindrir l'autre pour empêcher la *dessiccation.*

Un bon procédé pour rétablir l'absorption, *c'est de placer le greffon dans l'eau aussitôt après l'avoir préparé.* En le plaçant à l'ombre, on n'a pas à craindre la réplétion aqueuse, et ce procédé a un autre avantage dans les plantes qui laissent échapper par la blessure des sucs se solidifiant à l'air. Ces sucs obstruent les vaisseaux du greffon, ce qui réduit encore son absorption quand on le place dans cet état sur le sujet. De plus, dans l'eau, les surfaces des plaies se maintiennent plus nettes, ce qui contribue à augmenter l'adhérence. Nous nous sommes fort bien trouvé de cette méthode, bien que dans la pratique on recommande d'éviter l'eau. La Quintinye est allé même jusqu'à défendre, dans la greffe en écusson, de mettre l'écusson dans la bouche ; il faut seulement le tenir entre les lèvres « *par le bout de la queue, sinon la salive lui ferait tort.* » C'est ainsi que les *Hélianthus*, greffés sous l'eau, reprennent beaucoup plus vite qu'en opérant à l'air libre ; il en est de même pour les Lilas, le Poirier, etc. Cette méthode a encore l'avantage de supprimer en grande partie les encres qui se produisent sur les plaies par l'action des tannins contenus dans les plantes sur la lame d'acier du greffoir. Ces encres nuisent très souvent à la reprise.

Si l'on opère à l'air libre, il faut empêcher la dessiccation du greffon par d'autres moyens. *Le greffeur opérera à l'ombre* pour s'opposer à la transpiration (abaissement de la température) et surtout la chlorovaporisation (diminution de la lumière) ; *il supprimera une partie de la feuille* (réduction de la surface) ; *il se placera à l'abri du vent* (suppression de l'agitation de l'air) *et dans un endroit frais* (diminution de la température, augmentation de l'état hygrométrique de l'air ambiant).

Ces précautions seront d'autant plus indispensables que l'on opérera sur des greffons plus jeunes. Leur efficacité sera d'autant plus grande qu'elles seront prises plus vite, d'où la nécessité de se presser.

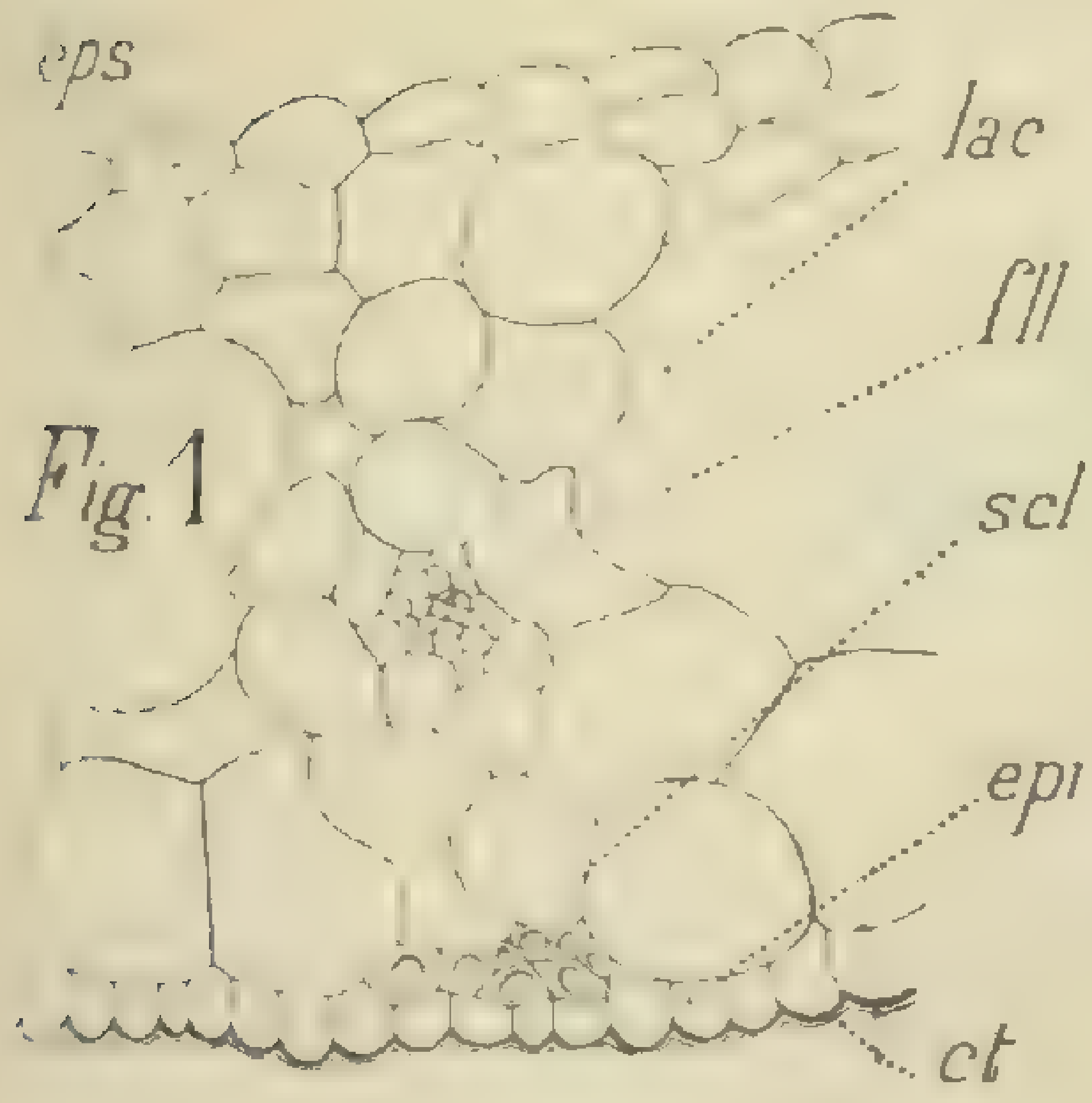
(A suivre).

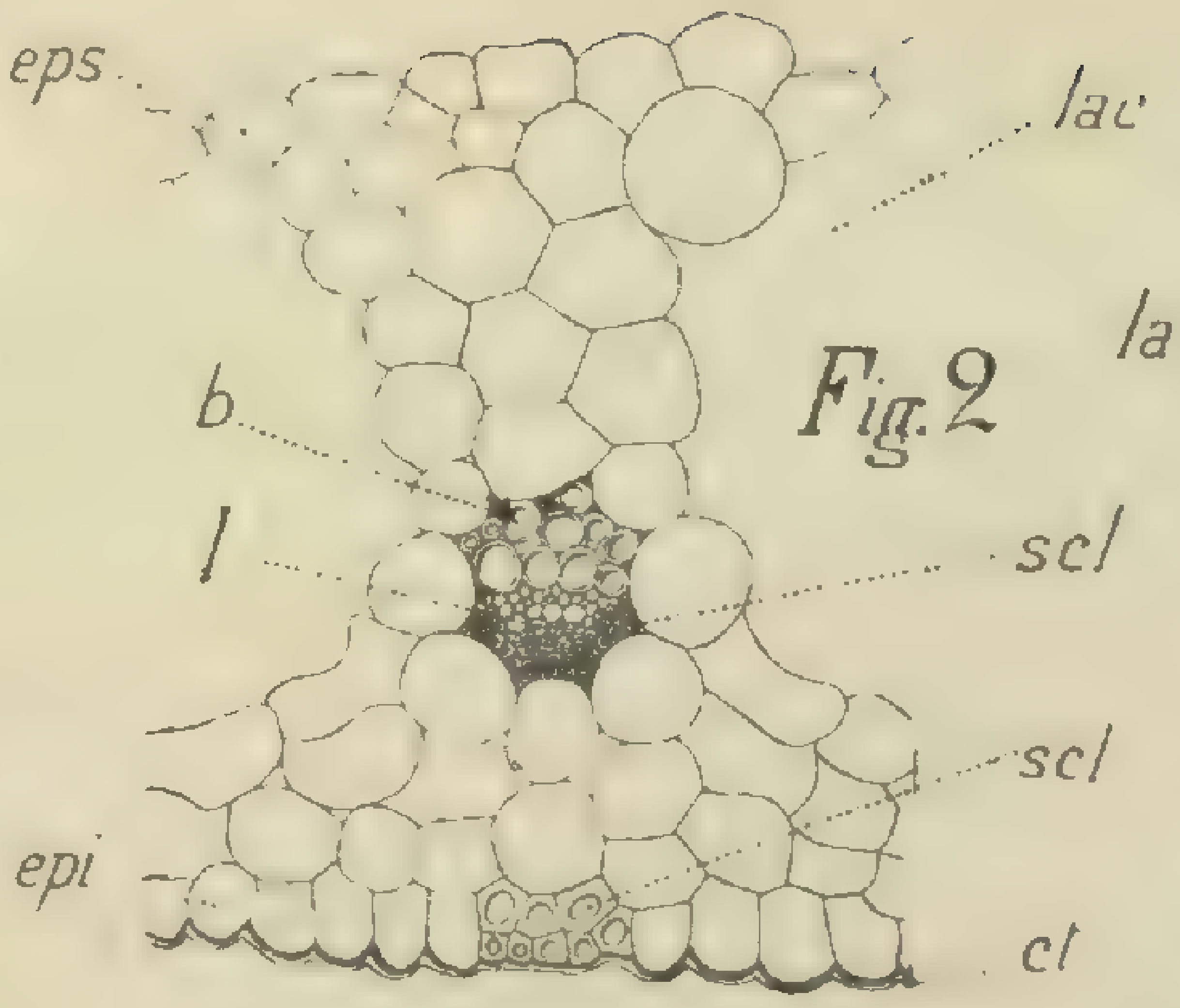
Il lui faut rétablir la première
et amoindrir la dernière etc.
(Bon 27.4.07)

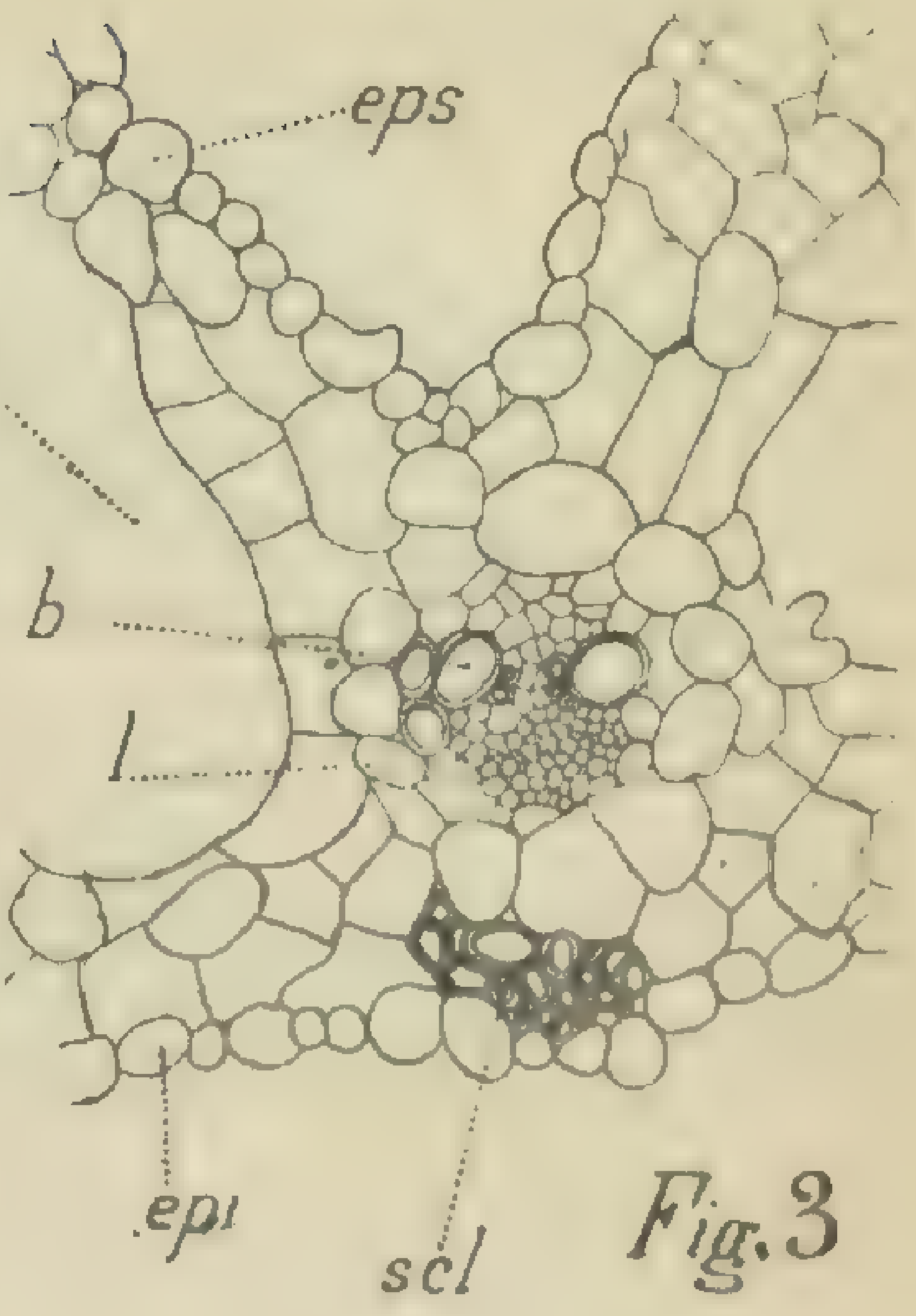
1
c₂
d
v
2
c₂
m
n
d
d
v
r
r
3
4
c₂
c₁
v
d
5
d
c₁
v
d
v
6
c₁
c₂
d
c
v
v
h
d
7
p
p
p
v
8
d
d
h
d
9
cd
d
10
cv
d
6′
v
9′
v
10′
v
13
12
11
d
d
v
cv
d
11′
17
c₁
c₂
16
14
15
12′
17′
c₂
c₁
11″
18
20
c₁
c₂
c₃
19
c₁
c₂
c₃
21
c₂
c₁
c₃
22
c₁
c₂
c₃
23
c₁
c₂
c₃
24
c₁
c₂
25
c₁
c₂

Ed. Gain del. *Imp. Le Bigot.* *J. Poinsot sc.*

Plantules de Phaseolus tricotylés


eps
lac
fll
Fig. 1
scl
epi
ct


eps
lac
Fig. 2
b
l
scl
scl
epi
ct


eps
lac
b
l
epi
scl
Fig. 3

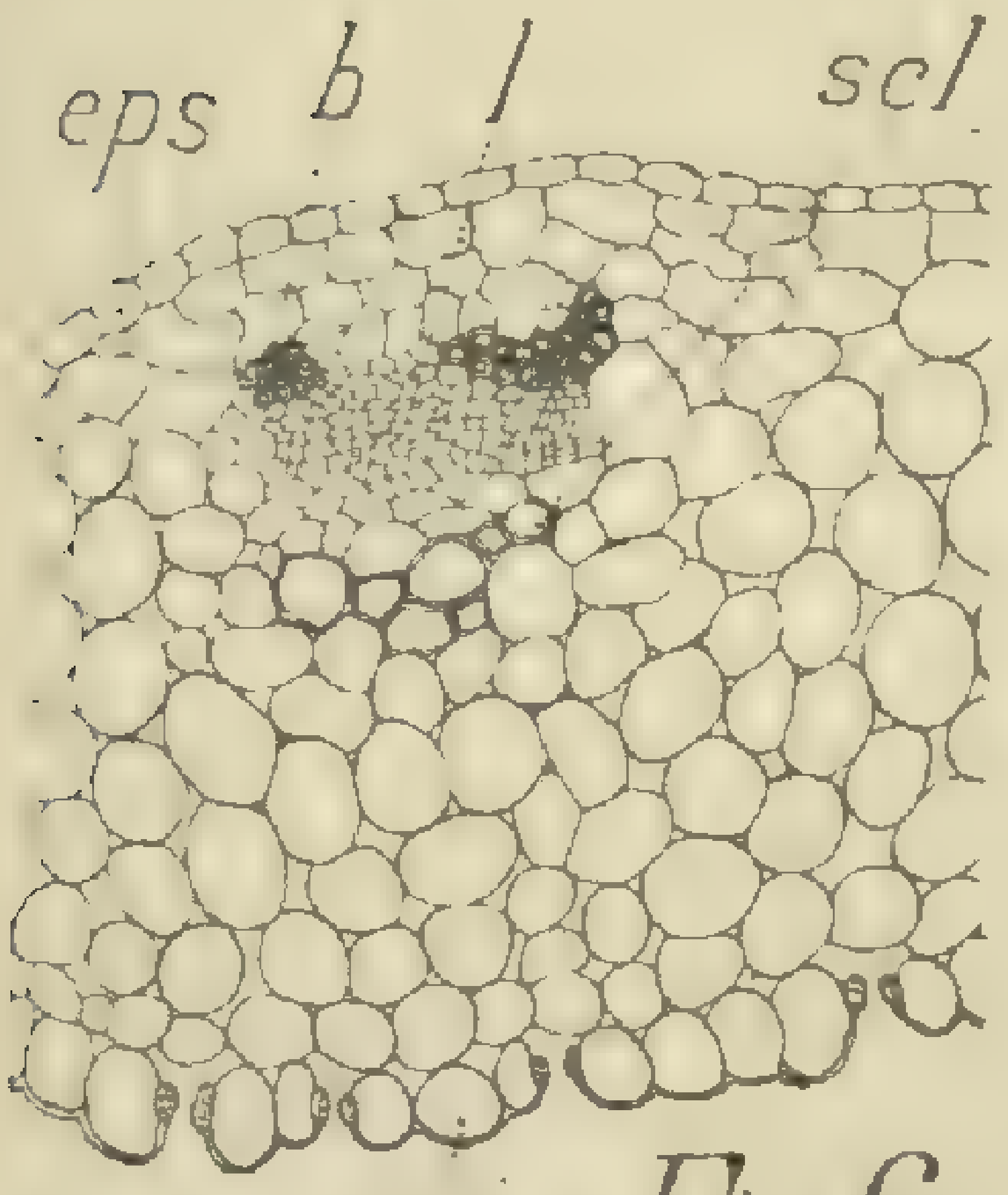

eps
b
l
scl
epi

Fig. 6

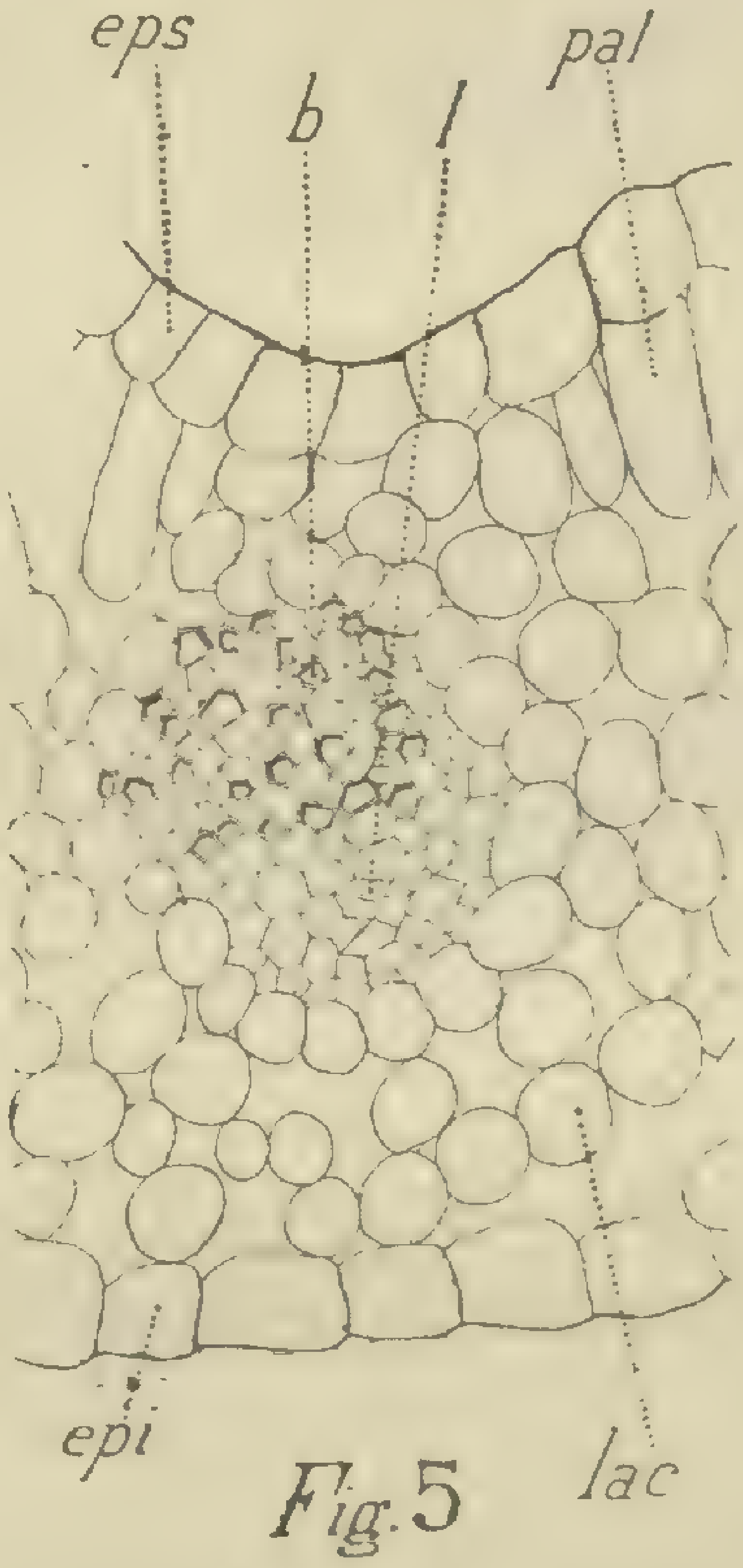

eps
b
l
pal
epi
lac

Fig. 5

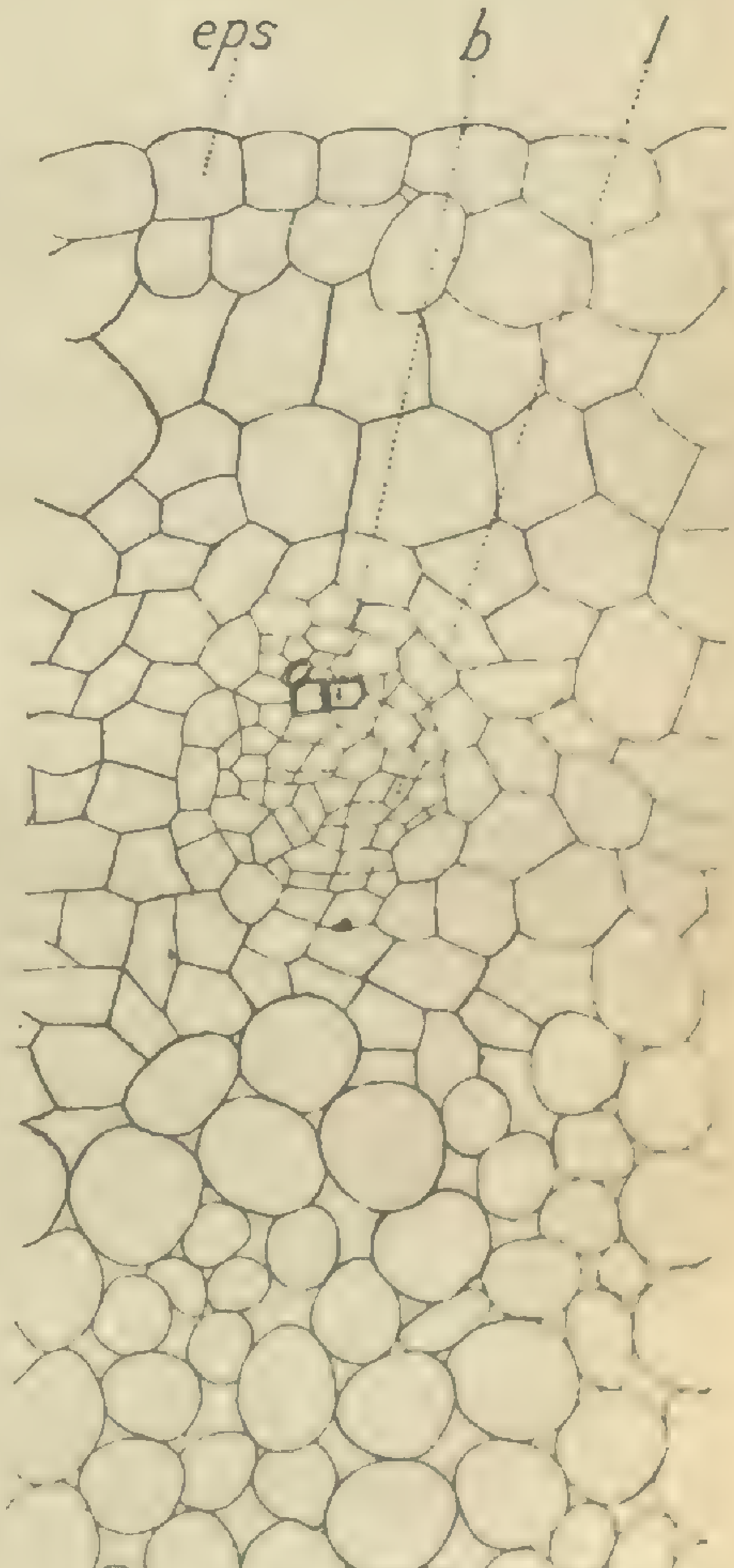

eps
b
l
ct
epi

Fig. 4

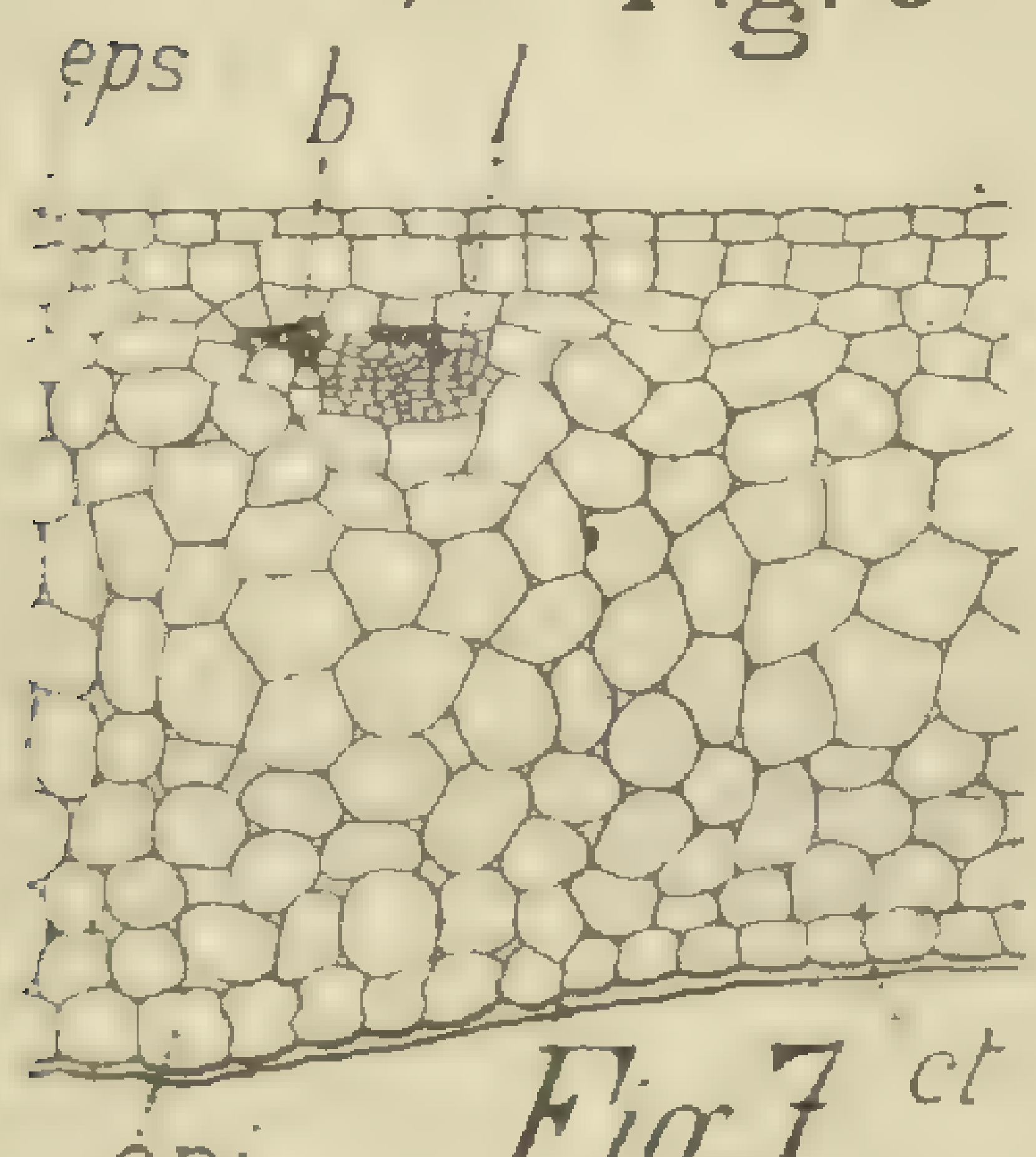

eps
b
l
epi
ct

Fig. 7

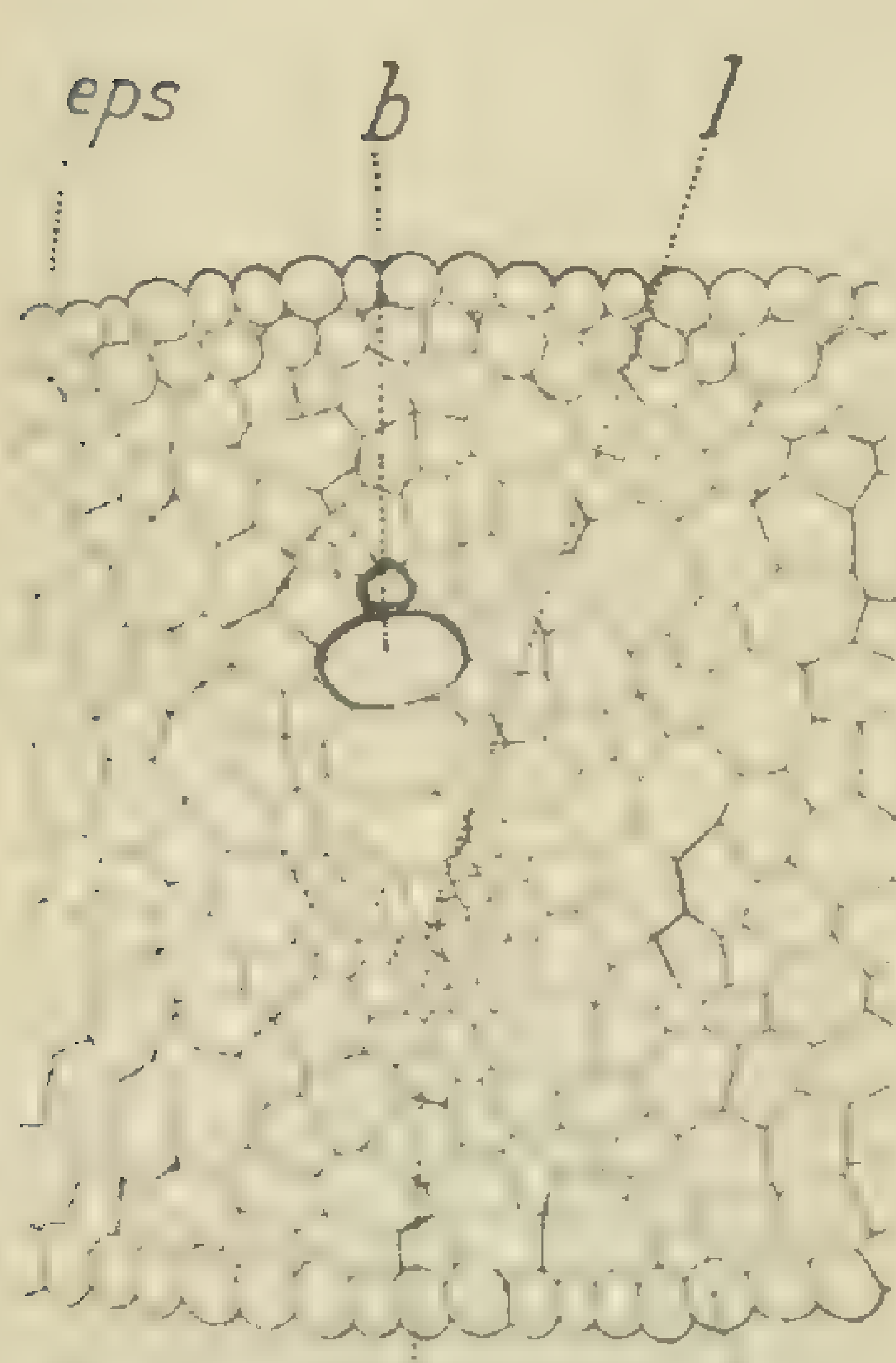

eps
b
l
par
epi

Fig. 9

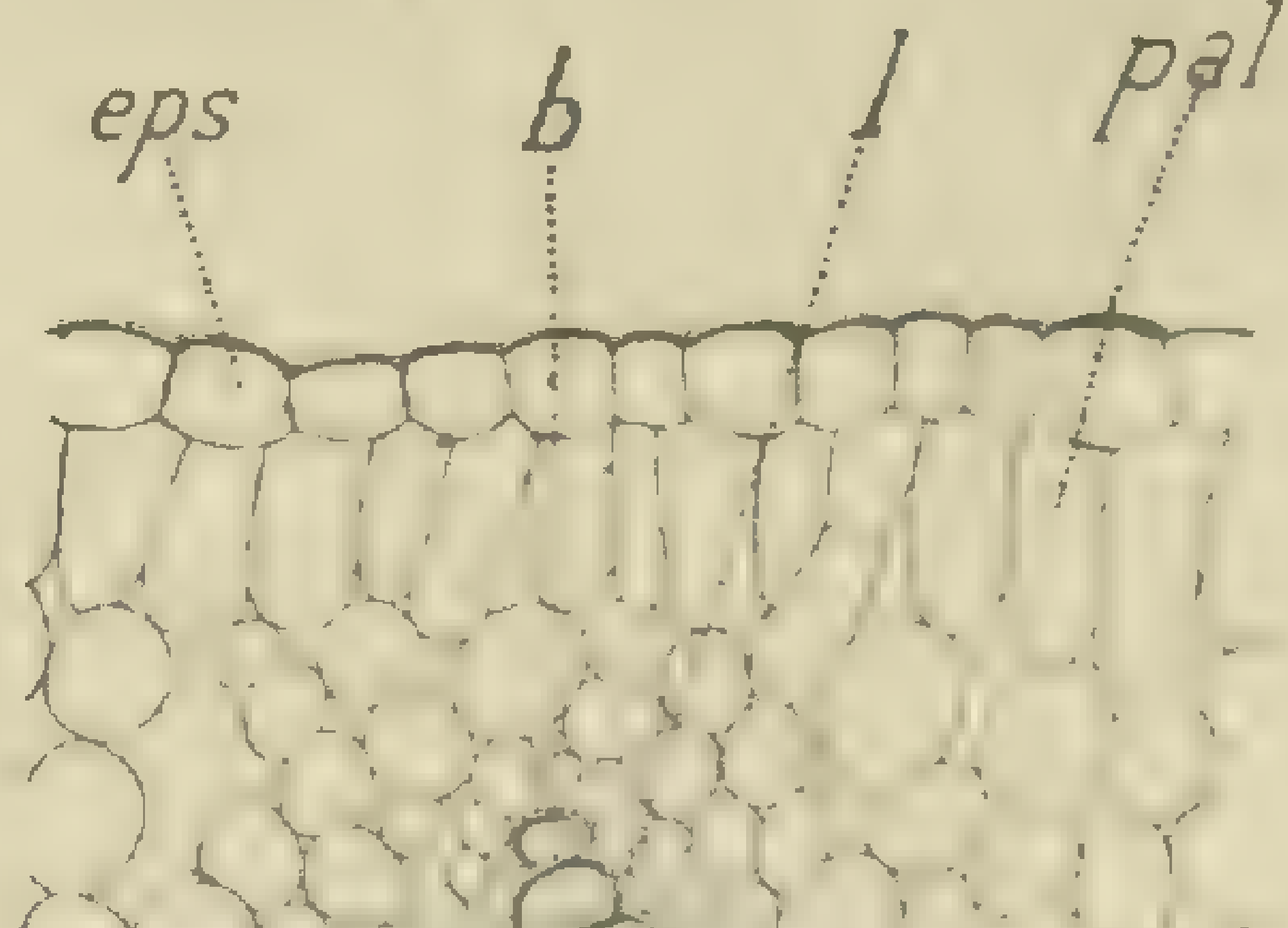

eps
b
l
pal
pal
epi

Fig. 8

Thomas del. Imp. Le Bigot. Bertin sc.

Anatomie comparée des feuilles souterraines

Glyceria aquatica (1 et 3). — *Helleborus odorus* (4 et 5)
Asparagus officinalis (6 et 7). — *Colchicum autumnale* (8 et 9)

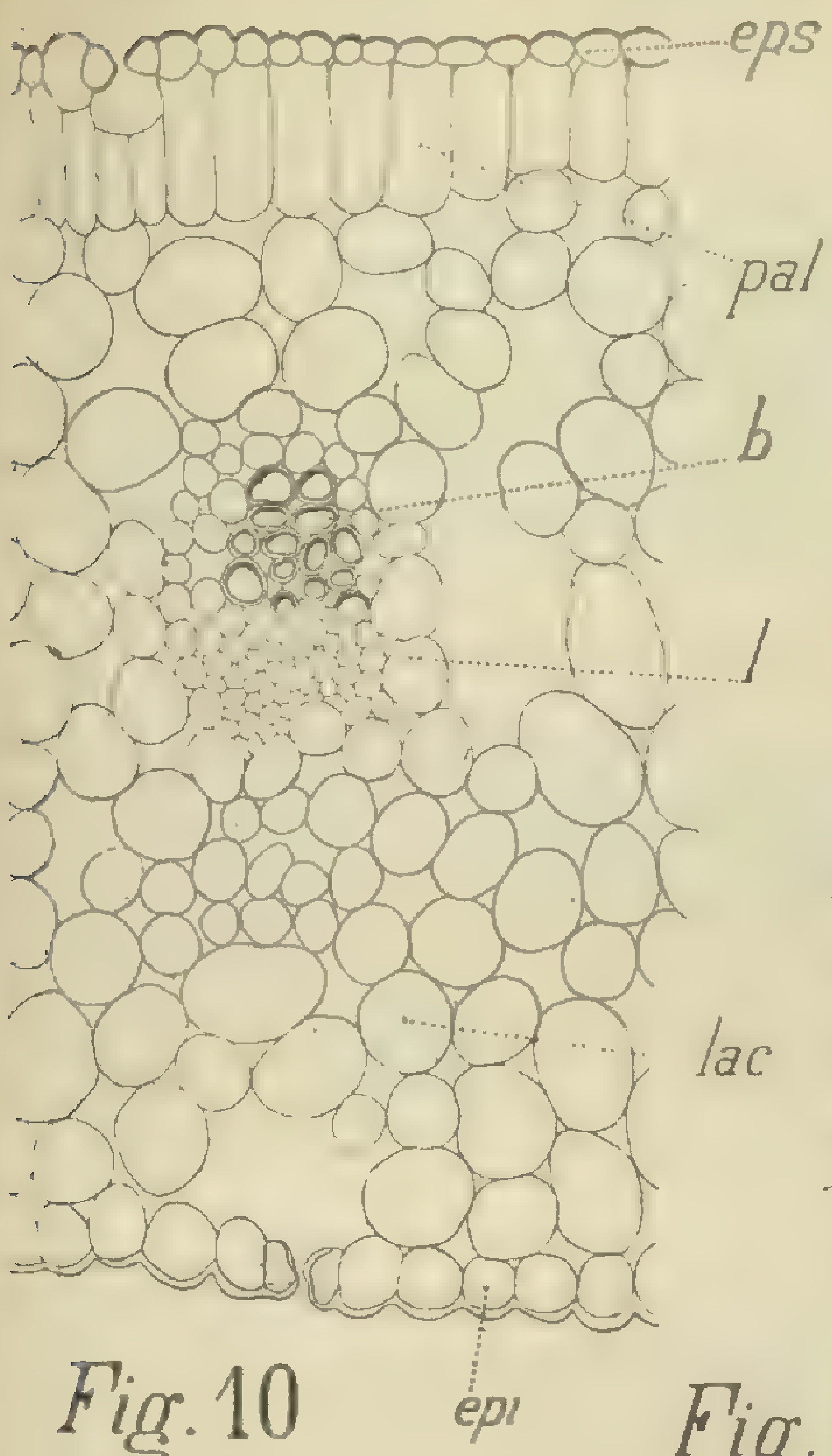

eps
pal
b
l
lac
epi

Fig. 10

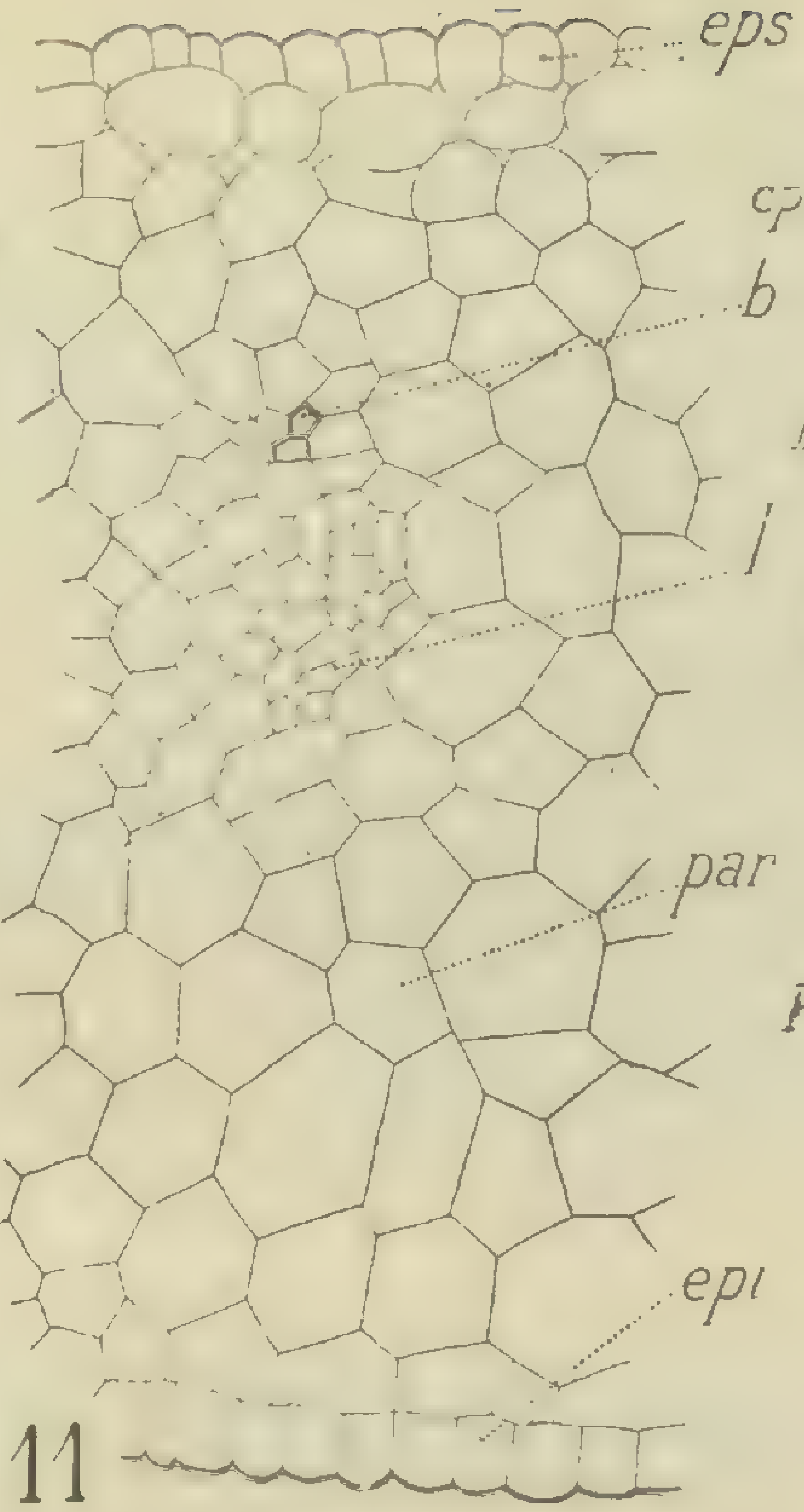

eps
b
l
par
epi

Fig. 11

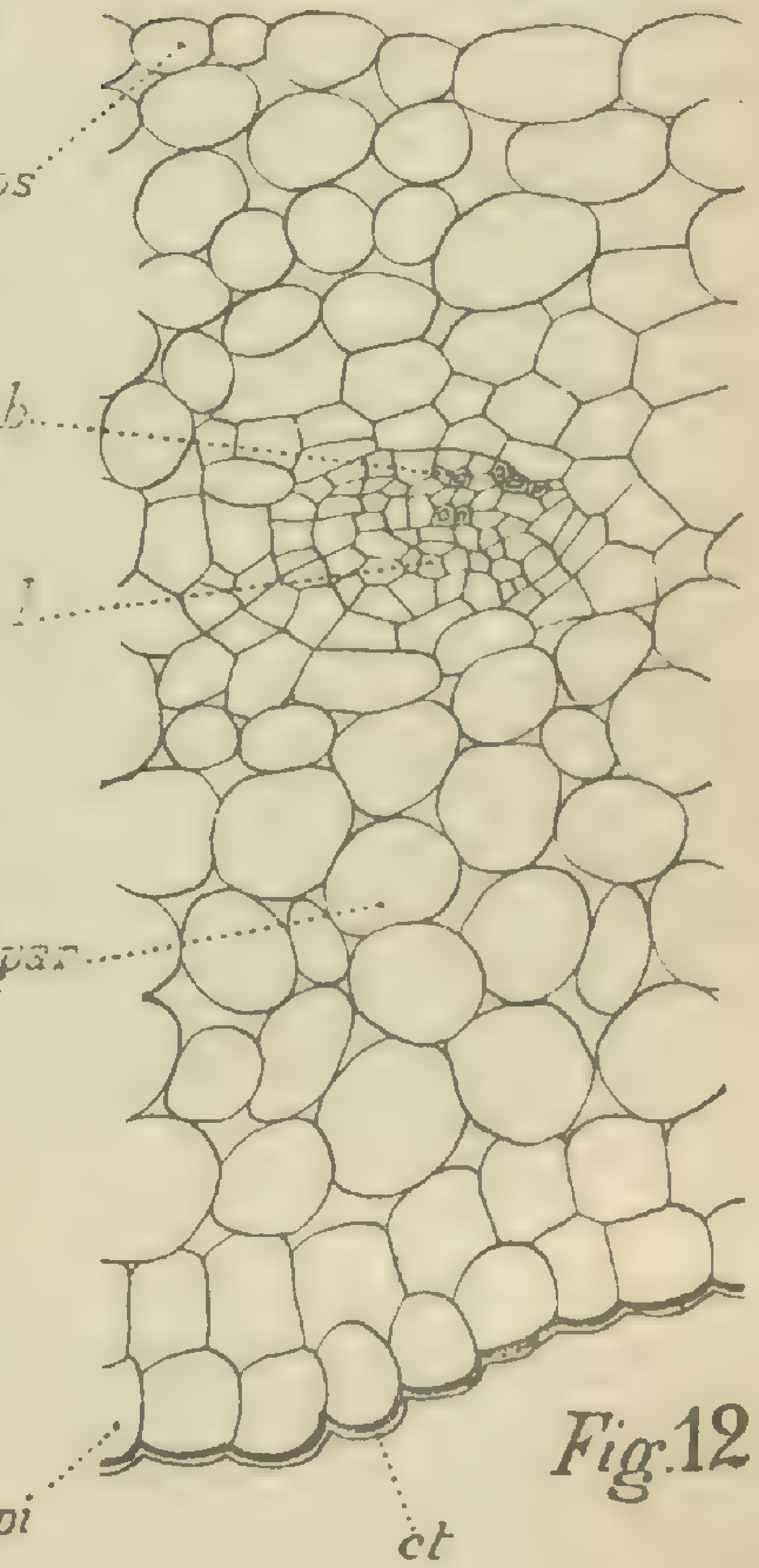

eps
b
l
par
epi
ct

Fig. 12

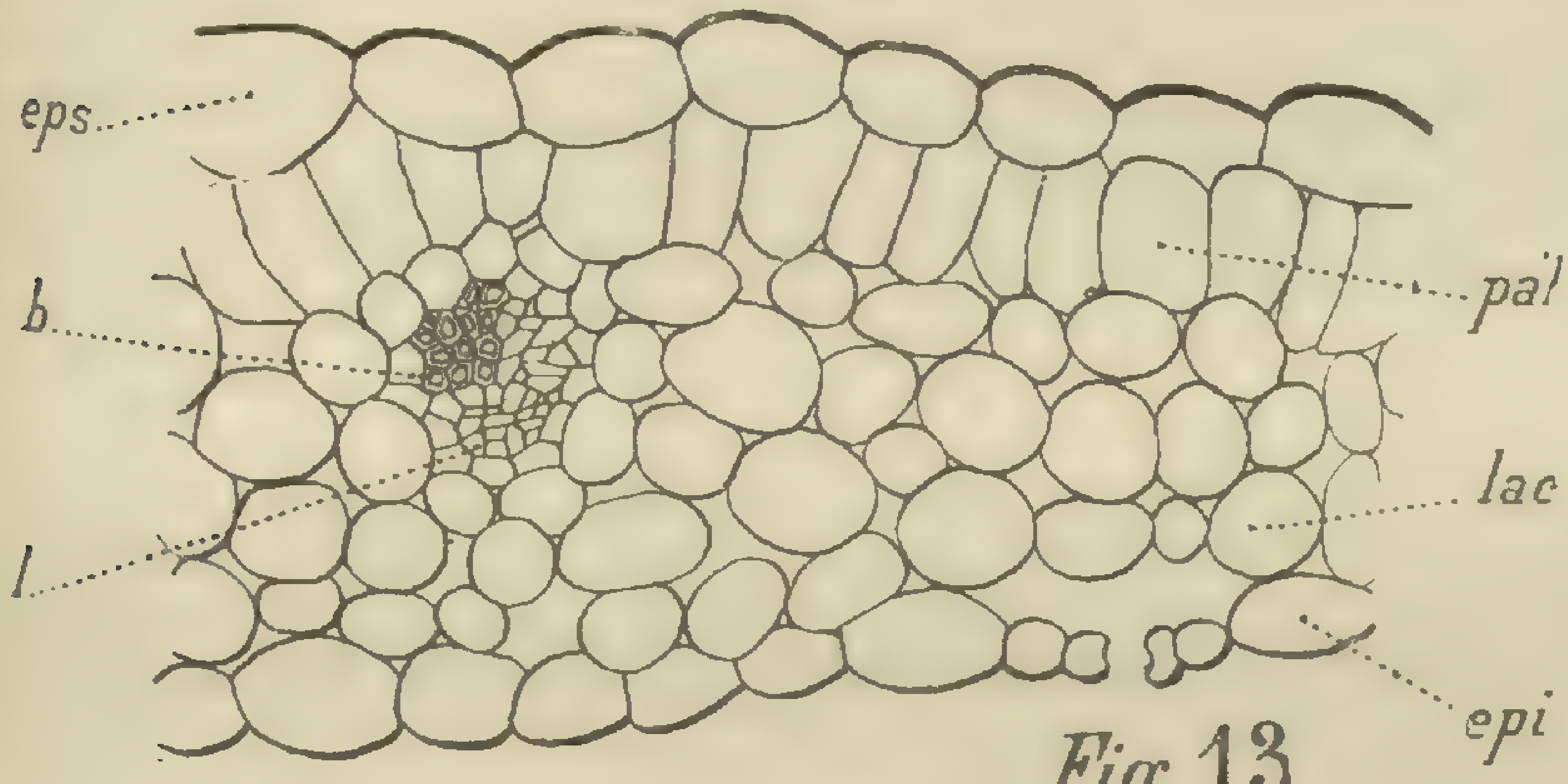

eps
b
l
pal
lac
epi

Fig. 13

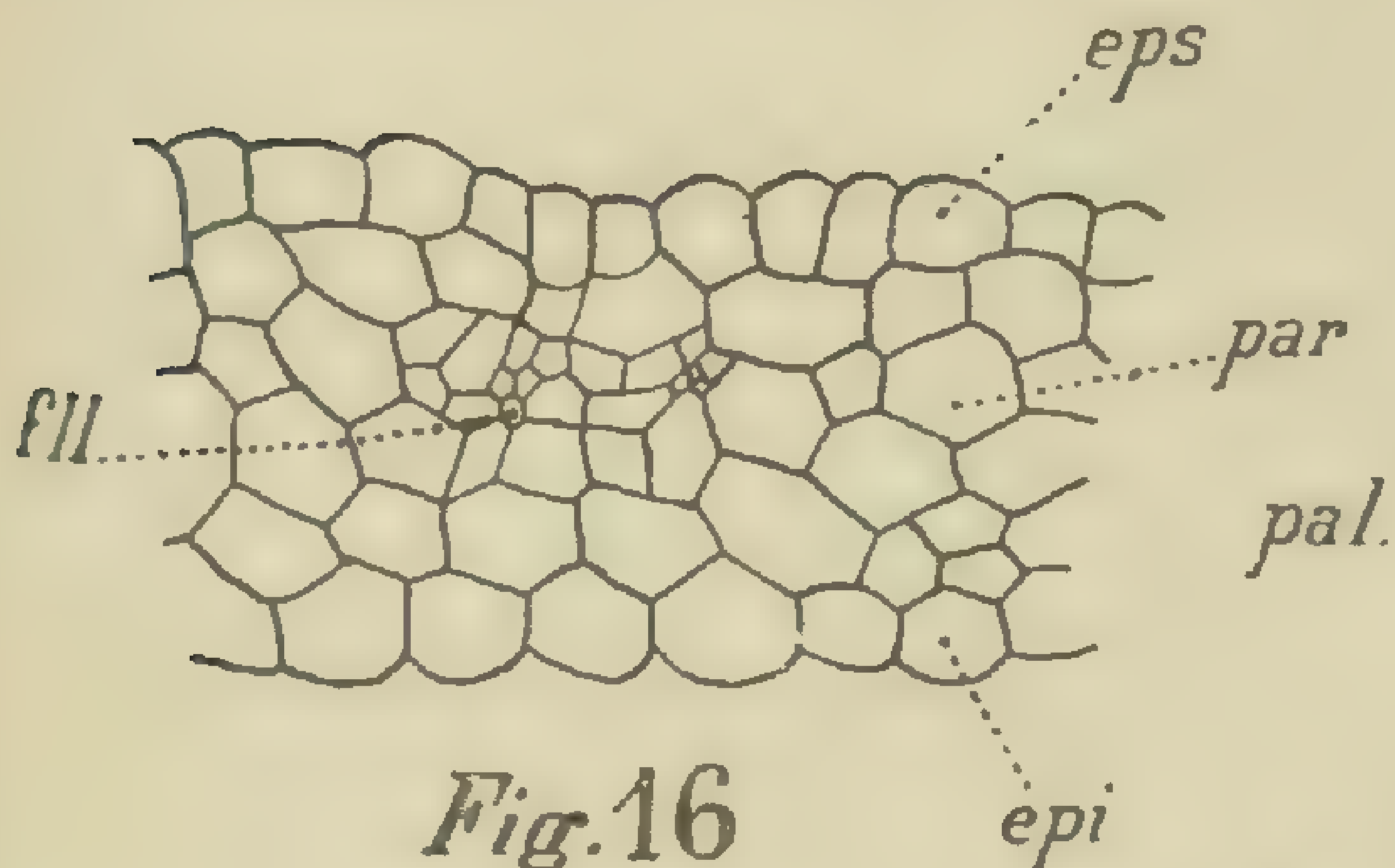

eps
par
fll
epi

Fig. 16

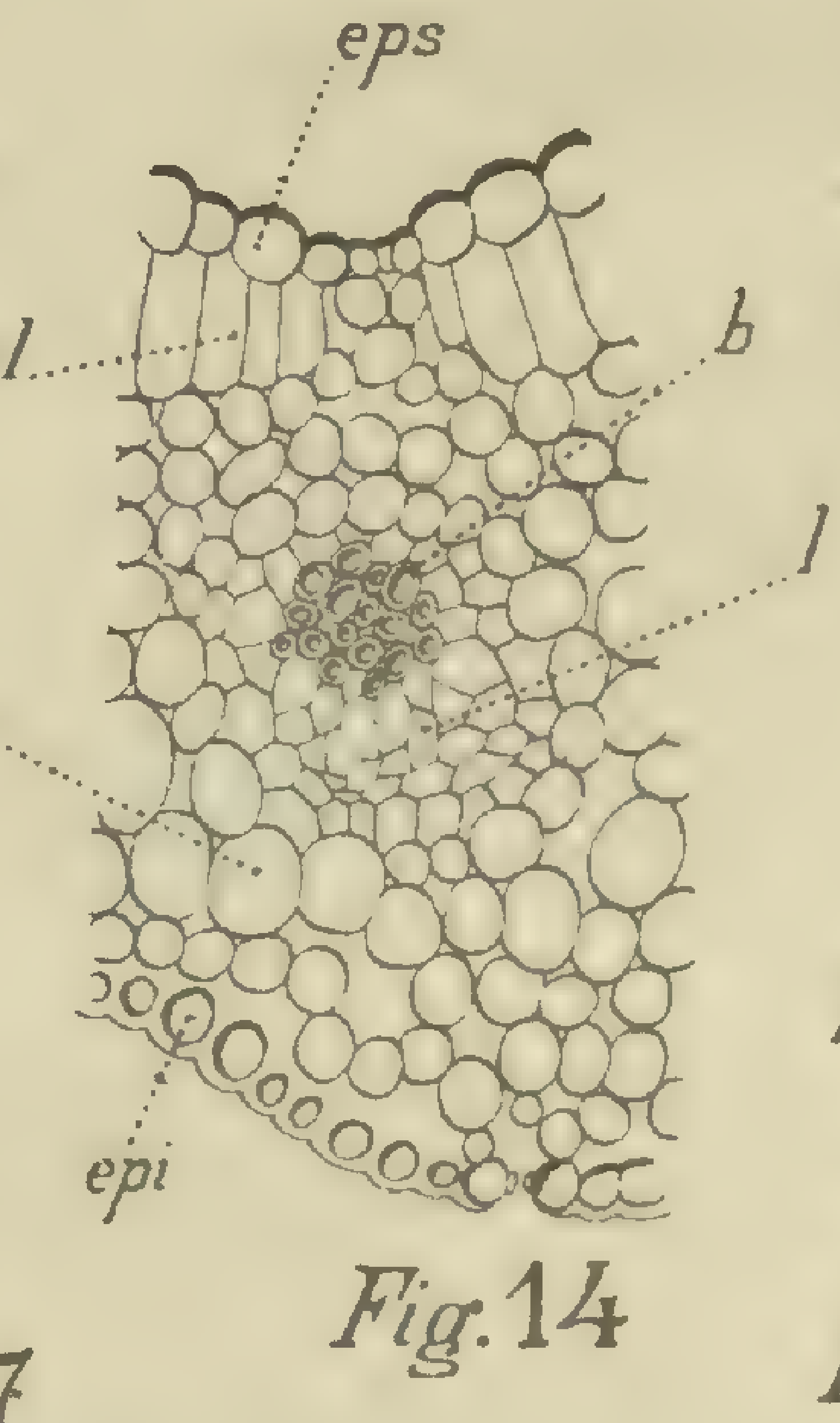

eps
pal
b
l
lac
epi

Fig. 14

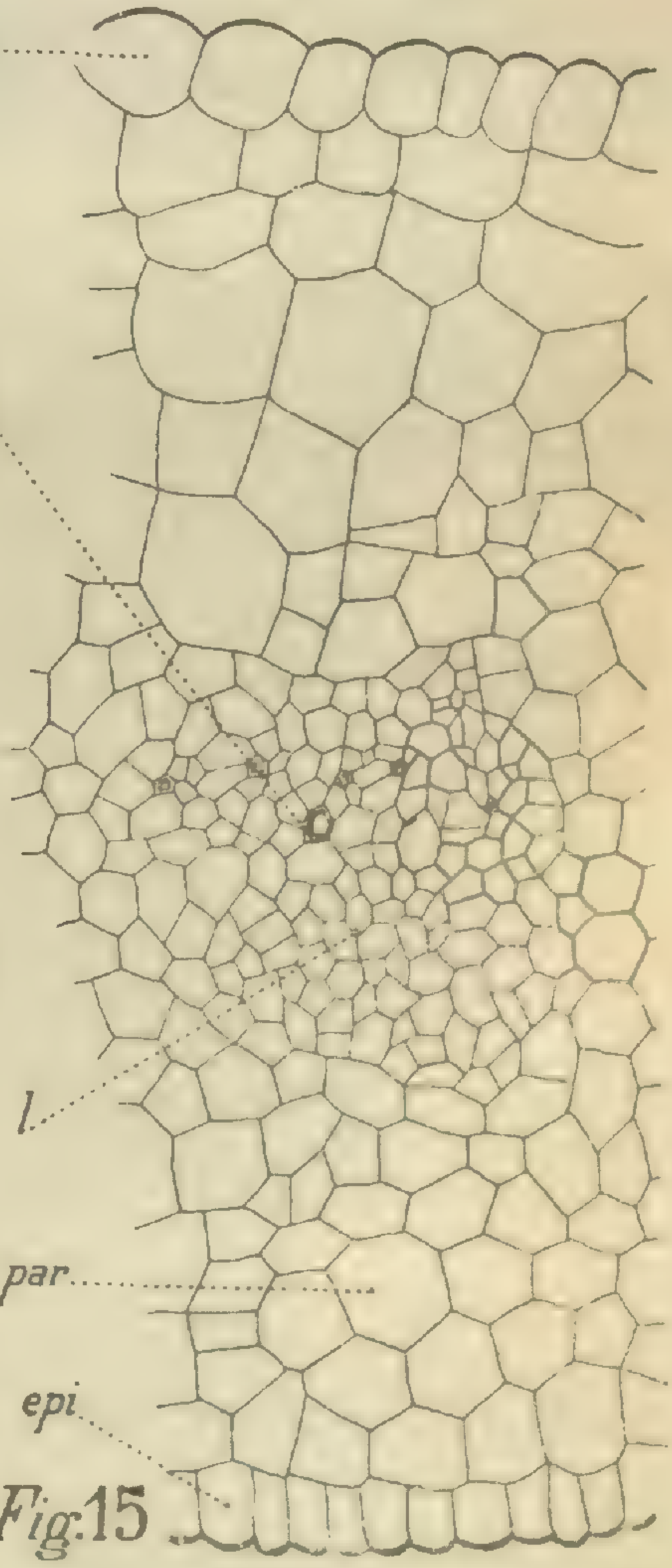

eps
L
l
par
epi

Fig. 15

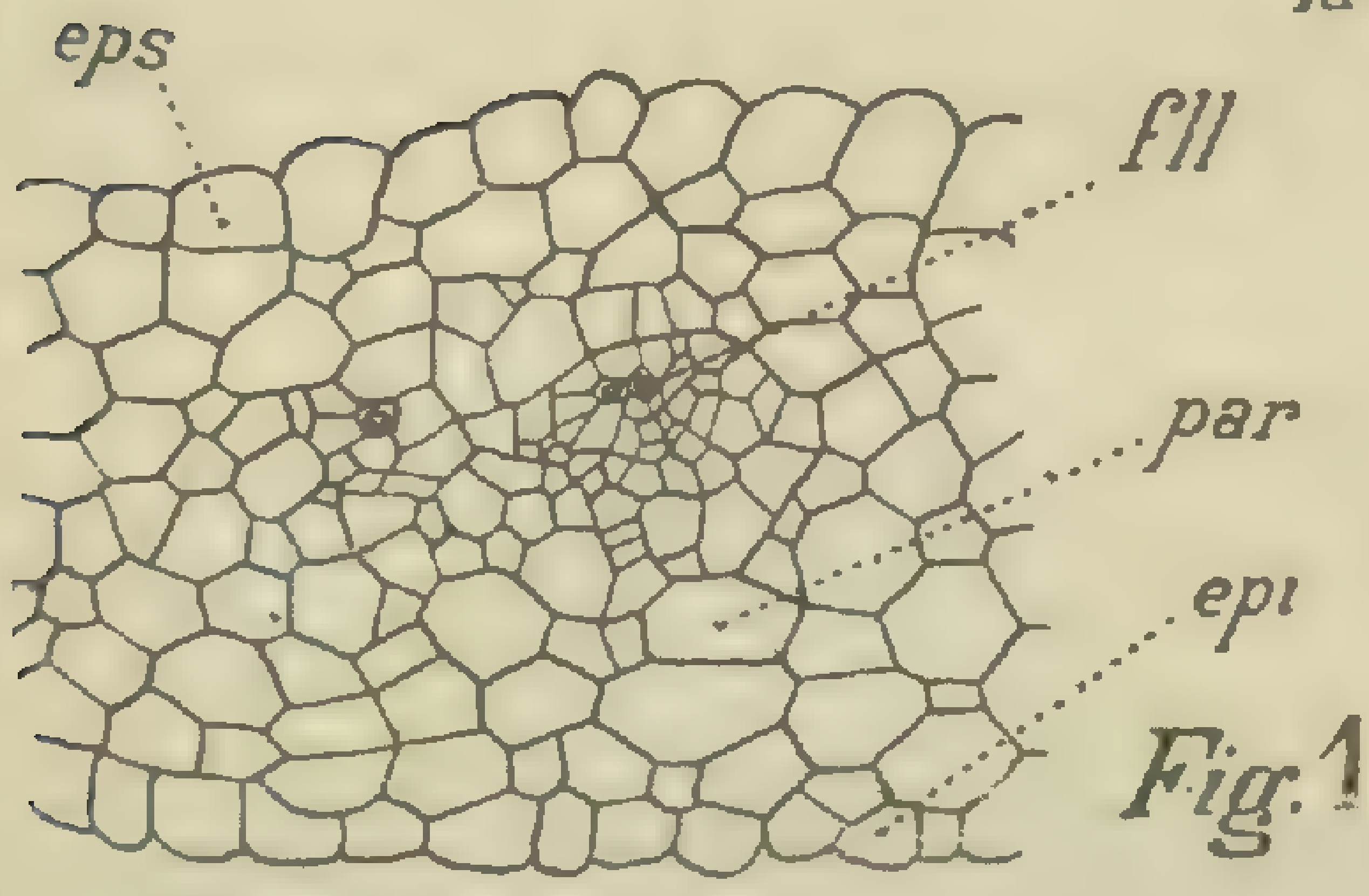

eps
fll
par
epi

Fig. 17

Thomas del. Imp. Le Bigot. Bertin sc.

Anatomie comparée des feuilles souterraines.

Hyacinthus orientalis (10 et 11). — *Mentha aquatica* (12 et 13)
Heracleum Spondylium (14 et 15). — *Monotropa Hypopitys* (16 et 17)

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul **DUPONT**, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez ***M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.***

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, *professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.*

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'École Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, docteur ès sciences, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Grelot, docteur ès sciences.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Morkowine, docteur ès sciences, Marbourg.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, chargé de cours à la Faculté des sciences de Besançon.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, professeur à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Téodoresco, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Novembre 1900

N° 143

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1900

Pages

I. — ANATOMIE COMPARÉE ET EXPÉRIMENTALE DES FEUILLES SOUTERRAINES (avec planches et figures dans le texte), par **M. Joseph Thomas** (*fin*) . . 417

II. — LA VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES (avec planches et figures dans le texte), par **F. Boergesen** et **Ove Paulsen** (*suite*) 434

III. — LES CONDITIONS DE RÉUSSITE DES GREFFES, par **M. Lucien Daniel** (*suite*) 447

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 (avec figures dans le texte), par **M. L. Matruchot** (*suite*). 456

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 20. — Anatomie comparée des feuilles souterraines (*Glechoma hederacea*, *Lysimachia Nummularia*, *Veronica officinalis*).

PLANCHE 21. — Anatomie comparée des feuilles souterraines (*Lamium Galeobdolon*, *Saponaria officinalis*, *Lysimachia vulgaris*).

Cette livraison renferme en outre sept gravures dans le texte

---

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

ANATOMIE COMPARÉE ET EXPÉRIMENTALE

DES FEUILLES SOUTERRAINES

par M. Joseph THOMAS *(Fin).*

Deuxième Partie

ANATOMIE EXPÉRIMENTALE DES FEUILLES SOUTERRAINES

Nous avons entrepris, au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, deux séries d'expériences. Dans la première série, nous avons enfoui sous le sol de jeunes rameaux pendant un laps de temps variant de un à deux mois : nous avons ainsi placé des feuilles aériennes dans les conditions de milieu où se développent d'ordinaire les écailles. Dans la deuxième série, nous avons fait l'expérience inverse : nous avons déterré des rhizomes et les avons placés à l'air et à la lumière, c'est à-dire dans les conditions normales où se développent les feuilles.

Ainsi, notre première série d'expériences avait pour but la transformation des feuilles en écailles et la seconde série, la transformation inverse d'écailles en feuilles.

Nous avons de plus placé certains des rhizomes déterrés à l'air et à l'obscurité, de façon à nous rendre compte quelles étaient, dans les écailles souterraines, les modifications de structure dues d'une part à l'absence de lumière, d'autre part à l'influence du sol lui-même.

(A) Première série d'expériences, ayant pour but la transformation des feuilles en écailles.

Glechoma hederacea (Pl. 20, fig. 18 et 19).

1. Structure de la feuille normale.

A. *Pétiole.* — Le pétiole, sur une coupe transversale, présente une partie supérieure courbe, concave en dehors, se continuant latéralement avec deux petites ailes et une partie inférieure ayant la forme d'un demi-cercle. L'épiderme est composé de cellules dont toutes les parois sont épaissies. Sur les faces latérales, la première ou les deux premières assises de cellules situées en dedans de l'épiderme ont des parois fortement collenchymateuses, tandis qu'au niveau de la face inférieure, le nombre des rangées de cellules, où le collenchyme est développé, s'élève à trois ou quatre : les deux ailes supérieures sont exclusivement constituées par du collenchyme.

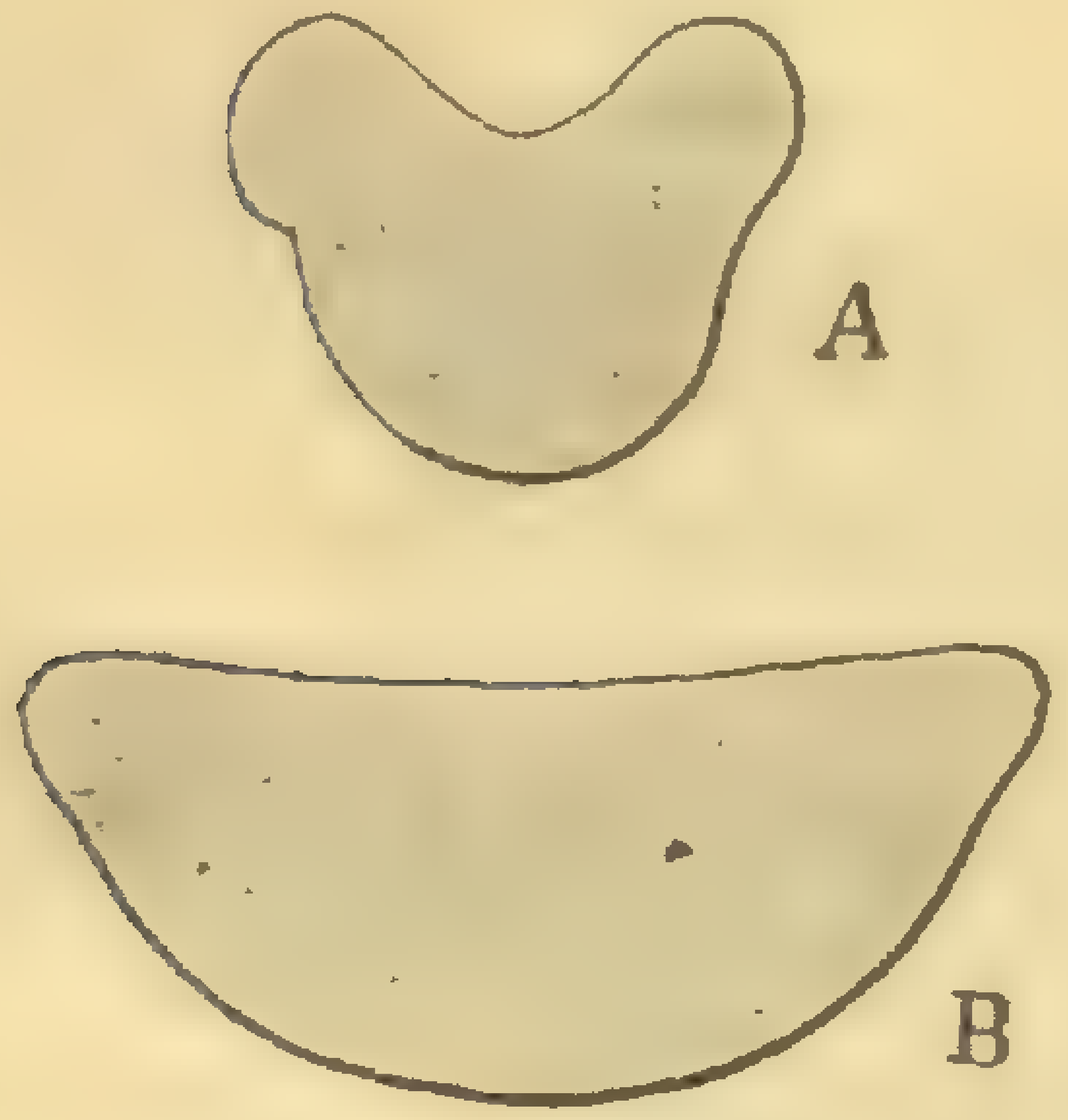


Fig. 148 et 149. — *Glechoma hederacea*. A, coupe du pétiole aérien ; B, coupe du pétiole souterrain.

En dedans, le parenchyme est formé de cellules arrondies séparées les unes des autres par des méats. Les faisceaux libéroligneux sont au nombre de trois, disposés selon un axe ouvert en haut, le faisceau le plus développé situé dans le plan médian de symétrie a son bois tourné en haut et son liber en bas ; les deux faisceaux latéraux plus petits, situés à droite et à gauche du précédent, ont leur bois tourné en dedans et leur tige en dehors.

B. *Limbe*. — L'épiderme supérieur a, d'une façon générale, ses cellules à parois plus épaisses que celles de l'épiderme inférieur : toutefois, au niveau d'une nervure, cet épiderme inférieur a des cellules à parois épaissies. Le collenchyme existe à ce niveau, dans les deux ou trois assises de cellules situées au dedans de l'épiderme inférieur, tandis qu'à la face supérieure, il n'y a guère que la première assise sous-épidermique qui soit collenchymateuse. La face inférieure de la feuille présente de nombreux stomates. La différenciation du mésophylle en un tissu palissadique et un tissu lacuneux est manifeste. Les cellules palissadiques sont courtes et disposées sur une seule assise : les lacunes sont bien développées. Les faisceaux ont la disposition et la structure normales.

2. Structure de la feuille développée sous terre.

A. *Pétiole*. — Le pétiole souterrain est, tout d'abord, de dimensions sensiblement supérieures à celles du pétiole aérien. L'augmentation des diamètres porte principalement sur le diamètre transverse. De plus, la forme générale est différente.

La face supérieure, sur la coupe, est plane au lieu d'être courbe et les deux ailes latérales ont disparu, ou du moins ont considérablement diminué d'importance. Le collenchyme est ici très réduit.

Les deux ou trois assises situées en dedans de l'épiderme supérieur n'ont plus de collenchyme et celles situées en dedans de l'épiderme des faces latérales en possèdent encore, mais à un degré incomparablement moindre que dans le pétiole aérien.

Le parenchyme a une structure plus compacte. Les cellules ont une tendance à revêtir une forme polygonale et les méats sont moins nombreux. Les faisceaux libéroligneux sont en nombre égal et ont la même orientation que dans le pétiole aérien. Quoique bien développés, ils ont toutefois un nombre moins élevé de vaisseaux ligneux.

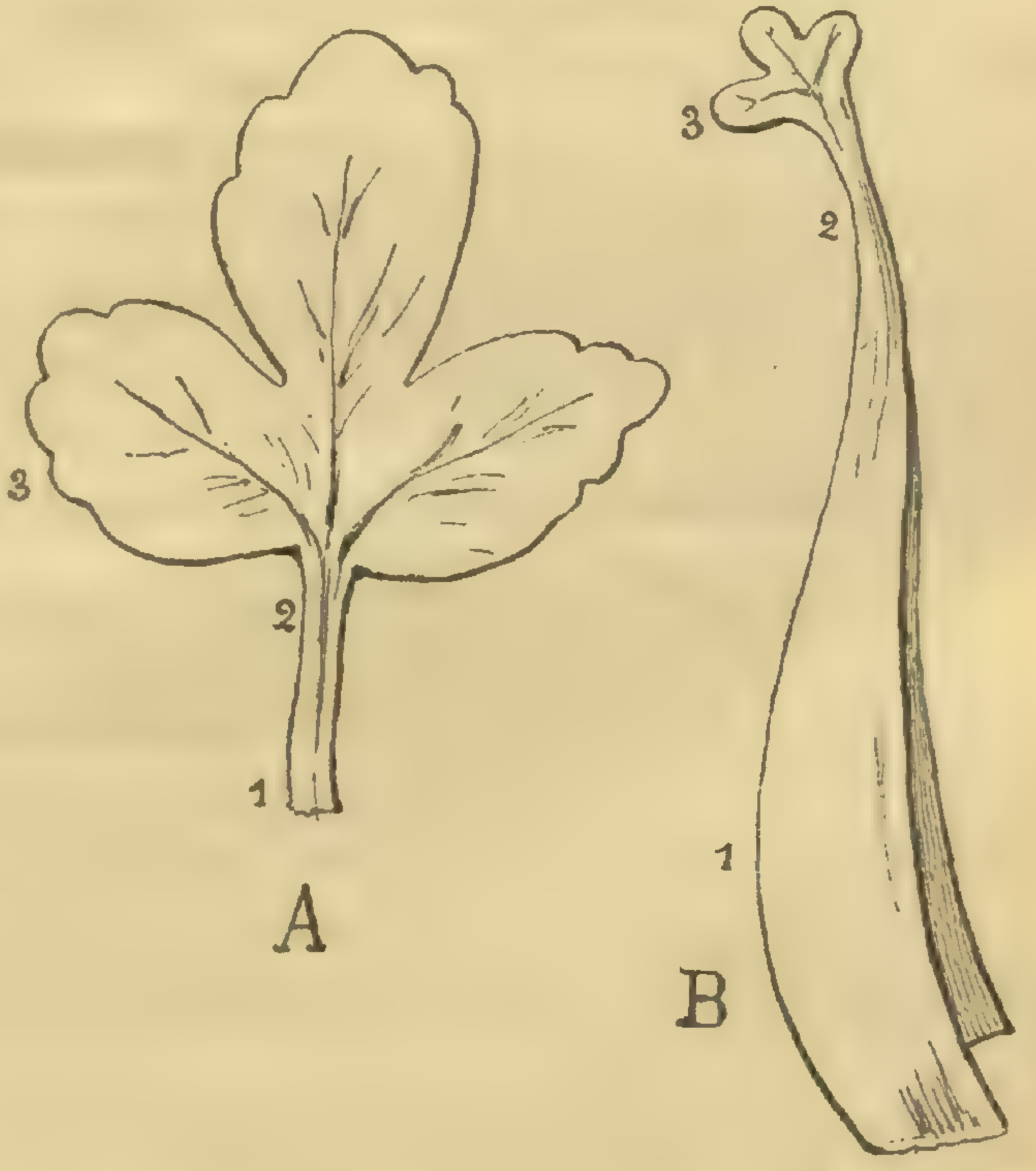


Fig. 150 et 151. — *Trifolium repens*. A, feuille développée à l'air et à la lumière ; B, feuille développée sous le sol. Cette figure montre que le pétiole (1 à 2) s'est considérablement allongé dans la feuille souterraine en même temps qu'il est devenu engainant à la base. Par contre, le limbe (3) s'est atrophié.

B. *Limbe*. — L'épiderme supérieur a des cellules moins cutinisées que celles du limbe aérien : l'épiderme inférieur est, au contraire, pourvu de cuticule et dépourvu de stomates. En face des faisceaux, le collenchyme a disparu. La différenciation du mésophylle est encore manifeste : mais les cellules palissadiques sont plus petites et plus intimement unies entre elles. Les lacunes font défaut : le tissu lacuneux est ici formé de cellules polygonales sans méats. Les vaisseaux du bois sont très réduits en nombre et en dimensions : le liber est composé d'éléments moins nombreux et moins serrés.

En somme, le séjour sous le sol a amené, comme modifications destructive :

A. Dans le pétiole :

1. Une disparition de deux saillies latérales.
2. Une diminution du tissu collenchymateux.
3. Un développement moindre des vaisseaux ligneux.
4. Une structure plus compacte du parenchyme. Les cellules sont polygonales, au lieu d'être rondes comme dans le pétiole aérien.

B. Dans le limbe :

1. Un épaississement moindre des cellules épidermiques supérieures et une cutinisation plus accentuée de l'épiderme inférieur.
2. La disparition des stomates.
3. Un tissu palissadique formé de cellules plus petites et plus intimement unies.
4. Une structure beaucoup plus compacte du tissu lacuneux.
5. La réduction de l'appareil vasculaire.

Nous avons obtenu des modifications de structure identiques en faisant végéter sous terre de jeunes rameaux de *Veronica officinalis* (Pl. 20, fig. 24 et 25), *Vinca minor, Lysimachia Nummularia* (Pl. 20, fig. 22 et 23), *Saponaria officinalis*, etc. Le *Trifolium repens*, en particulier, a présenté des caractères de morphologie extérieure très différents de ceux qu'il possède à l'air et à la lumière. Le limbe a subi une forte réduction, et le pétiole s'est allongé en même temps qu'il est devenu engaînant à la base (fig. 151).

(B) Deuxième série d'expériences ayant pour but la transformation d'écailles en feuilles.

SAPONARIA OFFICINALIS (Pl. 21, fig. 27).

Nous avons déterré un rhizome de Saponaire et l'avons placé pendant trente jours à l'air et à la lumière. Au bout de ce temps, les écailles E de la base sont restées brunâtres et se sont desséchées ; il en a été de même des écailles E′ et E″, bien qu'à un moindre degré. Les écailles E″, au contraire, ont pris une coloration verte, ont orienté leur plan perpendiculairement à l'axe du rhizome et ont présenté la structure suivante :

L'épiderme a conservé les caractères de l'épiderme de l'écaille ; il est formé de cellules arrondies et à parois minces : mais ici il possède en plus, aux deux faces, des stomates qui faisaient défaut dans l'écaille. En outre, la différenciation du parenchyme, sans être aussi nette que dans la feuille aérienne, est cependant manifeste. Il existe une assise de tissu en palissade et du tissu lacuneux comprenant 4 à 5 rangées de grosses cellules arrondies ; les méats sont moins accentués que dans la feuille aérienne, mais beaucoup plus que dans l'écaille souterraine. Les faisceaux libéroligneux sont également plus développés que dans la partie ayant végété sous le sol. L'écaille E^IV présente exactement la même structure que la feuille ordinaire.

Nous voyons donc qu'en déterrant les écailles de Saponaire et en les plaçant dans les conditions normales d'air et de lumière dans lesquelles se développent les feuilles, nous avons obtenu une structure identique à celle des feuilles. L'épiderme a acquis des stomates ; le parenchyme s'est différencié en un tissu palissadique et un tissus lacuneux très nets ; enfin, l'appareil vasculaire a pris un développement plus considérable.

Ces résultats obtenus sont analogues avec le *Teucrium Scorodonia*, *Lysimachia vulgaris* (Pl. 21, fig. 28 à 31), *Stachys silvatica*, etc.

Le rhizome de *Lamium Galeobdolon* (Pl. 21, fig. 26), que nous avons déterré et placé à l'air et à la lumière,démontre nettement la transformation des écailles en feuilles. Il présentait, en effet, au bout d'un mois et demi, l'aspect suivant. La première écaille E audessus du sol est restée brunâtre et s'est desséchée : à son aisselle, s'est développé un bourgeon portant deux feuilles à pétiole et limbe normaux. Au-dessus de cette première écaille, on en trouve une deuxième E', qui s'est transformée en feuille ; il faut noter que dans cette feuille le limbe est excessivement réduit par rapport au pétiole. A son aisselle, se trouve un jeune bourgeon avorté. L'écaille E″, située plus haut, présente les mêmes caractères que la précédente ; elle s'est également transformée en une feuille très caractérisée, mais le bourgeon situé à son aisselle est de plus en plus réduit. Enfin, à la partie supérieure, existent deux feuilles normales. Or, il est à remarquer que ces dernières feuilles sont les homologues, non des feuilles situées à l'aisselle des écailles E, mais bien à ces écailles elles-mêmes. La transformation des écailles en feuilles est ici manifeste. Dans chacune des écailles modifiées, le limbe est constamment resté très réduit, et le pétiole, au contraire, est prédominant, ce qui confirme les résultats de l'étude anatomique, à savoir que dans le *Lamium Galeobdolon*, l'écaille souterraine est l'homologue du pétiole.

Nous devons dire que la série des coupes successives que nous avons faites dans les divers pétioles de feuilles E, E^{I}, E^{II}, E^{III}, E^{IV}, ne nous ont montré aucune différence anatomique.

Ces écailles souterraines sont des parties de la feuille qui se sont modifiées en vue d'une adaptation physiologique. Lorsque la feuille est arrivée à son maximum de différenciation et qu'elle possède gaîne, pétiole et limbe, l'écaille correspond à la gaîne : lorsque la feuille est pétiolée, l'écaille correspond au pétiole, et lorsque ce pétiole est lui-même engaînant à la base, c'est à la partie engaînante que l'écaille correspond : enfin, lorsque la feuille est sessile, l'écaille est l'homologue du limbe. L'écaille souterraine est donc l'homologue de la partie de la feuille aérienne qui est située le plus près de l'axe.

Il faut remarquer en outre que, quelle que soit la fonction que l'écaille est destinée à remplir, qu'elle joue un rôle de réserve comme dans les bulbes de Monocotylédones, ou un rôle de protection comme dans les rhizomes de la plupart des Dicotylédones, la structure générale reste la même. A une diversité physiologique correspond donc un même type de structure anatomique.

Dans l'un et l'autre cas, en effet, l'influence du milieu souterrain a amené dans la morphologie interne des modifications que nous allons passer successivement en revue.

1. *Forme extérieure. Epiderme.* — Les saillies que l'on rencontre dans les diverses parties de la feuille aérienne, gaîne, pétiole ou limbe, tendent à disparaître dans les parties souterraines. Les angles s'émoussent et les sillons séparant deux éminences voisines sont moins profonds. La feuille de *Glyceria*, par exemple, présente à la face supérieure une succession de petits prolongements triangulaires à sommet externe : ces prolongements disparaissent dans l'écaille. Les côtes très saillantes qu'on observe sur la section

d'un pétiole d'*Arum* manquent également dans l'écaille qui a une surface plus unie. De même, l'écaille souterraine de *Polygonatum* n'offre plus les saillies qu'on observe à la face inférieure du limbe aérien.

Ainsi donc, le séjour sous le sol a pour premier effet de régulariser, d'aplanir en quelque sorte la surface des organes qui s'y développent.

L'écaille a généralement sur la coupe une forme en croissant (*Heracleum*, *Dicentra*, *Iris*, *Echinops*, etc.) ou une forme triangulaire (*Corydalis*, *Lysimachia vulgaris*, etc.). Ceci correspond à la disposition des écailles qui, lorsqu'elles jouent un rôle nourricier, sont imbriquées, les unes contre les autres, et lorsqu'elles jouent un rôle protecteur, sont appliquées intimement contre l'axe, de façon à recouvrir le jeune rameau qui se développe à leur aisselle.

L'épaisseur de l'écaille est généralement supérieure à celle de la feuille, chez les monocotylédones. En effet, son rôle principal étant ici un rôle de réserve alimentaire, on conçoit que son parenchyme soit plus développé : chez la plupart des Dicotylédones, où l'écaille joue un rôle protecteur, son épaisseur n'est pas sensiblement plus grande que celle de la feuille.

Les stomates disparaissent fréquemment dans les parties souterraines : lorsqu'ils existent, ils sont toujours beaucoup moins nombreux que dans les parties aériennes. Il en est de même des poils : ces derniers organes sont en nombre moins élevé, sont formés de moins d'articles et leur extrémité semble écrasée.

La feuille aérienne possède un épiderme plus épais à la face supérieure qu'à la face inférieure. Au contraire, dans l'écaille souterraine, l'épiderme supérieur est formé de cellules à parois très-minces ; l'épiderme inférieur est pourvu d'une cuticule dans la majorité des cas (*Smilax*, *Hieracium*, *Tradescantia*) et le développement de cette cuticule devient très grand dans certains cas, comme dans le *Lamium Galeobdolon*. Dans quelques écailles (*Lilium*, *Ornithogalum*, *Colchicum*), l'épiderme inférieur est à parois minces, comme l'épiderme inférieur; mais il faut remarquer que les coupes ont été faites dans des écailles très jeunes, situées au centre même des bulbes, et par conséquent protégées par les écailles plus âgées situées en dehors. Dans les feuilles que nous avons fait développer sous terre, nous avons également obtenu la formation d'une cuticule du côté de l'épiderme inférieur.

Collenchyme. — D'une façon générale, le collenchyme disparaît ou du moins diminue en très notables proportions, dans les écailles souterraines. Cette disparition s'explique de deux façons : soit qu'on admette avec M. Falkenberg et M. Schwendener, que le collenchyme est un intermédiaire entre le tissu fondamental et le tissu mécanique, c'est-à-dire, comme formant un tissu de soutien peu développé, soit qu'on se range à l'avis de M. Giltay, qui voit dans le collenchyme un tissu destiné à modérer la transpiration. Dans le premier cas, il doit disparaître dans l'écaille, organe se développant sous terre et n'ayant pas par suite besoin d'être soutenu ; dans le second cas, la transpiration s'effectuant plus difficilement dans les parties souterraines, le collenchyme doit également diminuer d'importance.

Tissu palissadique. — Le développement du parenchyme palissadique dans la feuille normale paraît dû à l'influence de la lumière : Ce tissu doit donc faire totalement défaut dans l'écaille souterraine, et c'est, en effet, ce qui a lieu dans la grande majorité des cas. Au lieu d'avoir son parenchyme différencié en un tissu palissadique et un tissu lacuneux, l'écaille possède un parenchyme homogène d'un épiderme à l'autre. Les rhizomes de *Saponaria*, *Lysimachia*, *Teucrium*, etc., que nous avons déterrés et placés à la lumière, ont donné naissance, non à des écailles, mais bien à des feuilles dont le parenchyme était nettement différencié. Inversement, en enterrant de jeunes rameaux de *Veronica Chamædrys*, *Vinca minor*, *Trifolium repens*, etc., nous avons constaté dans les feuilles ainsi développées sous le sol, une disparition complète du tissu palissadique dans quelques cas, mais souvent aussi une diminution de ce même tissu.

Dans la *Veronica officinalis*, la feuille aérienne possède deux assises de tissu palissadique ; dans la feuille développée sur le sol, ces deux assises ont complètement disparu. Dans le *Glechoma hederacea*, la feuille développée à la lumière possède une assise de tissu en palissade : dans la feuille souterraine, la même assise existe. Les cellules sont de dimensions réduites, il est vrai ; elles ont une forme plus polygonale, elles sont plus intimement appliquées les unes contre les autres ; mais elles existent cependant. Pourquoi la feuille souterraine de *Glechoma* n'a-t-elle pas perdu son tissu palissadique, puisque le développement de ce tissu est dû à l'influence de la lumière? Je pense qu'il faut faire intervenir ici la question de l'hérédité.

M. Gaston Bonnier, dans ses recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin, a montré que certaines plantes, comme le *Teucrium Scorodonia*, se transformaient très rapidement, selon le milieu dans lequel elles végétaient, alors que d'autres, telles que le *Thymus Serpillum*, *Potentilla argentea*, présentaient une grande fixité de caractères. Il en a été de même dans nos expériences. La feuille de *Veronica officinalis* développée sous terre a perdu son tissu en palissade; celui de *Glechoma hederacea* l'a conservé. Dans le premier cas, l'influence du milieu a été plus considérable que l'influence de l'hérédité. Dans le second cas, c'est l'inverse qui s'est produit.

Il faut donc admettre que certaines plantes possèdent des caractères plus fixes que d'autres, probablement parce que ces caractères leur ont été légués par une série plus grande de générations.

Mais il y a plus. Prenons, par exemple, le *Lysimachia vulgaris*.

La feuille aérienne a un tissu palissadique très net. L'écaille a un parenchyme uniformément homogène avec cellules arrondies, séparées par des méats. Ce développement de l'écaille s'effectuant sous le sol, c'est-à-dire à l'abri de la lumière, le tissu palissadique manque. Or, nous avons fait des coupes dans de très jeunes feuilles atteignant à peine quelques millimètres de longueur et situées au centre même du bourgeon terminal du rhizome : ces jeunes feuilles, ainsi que les écailles qui les protègent, n'avaient pas encore subi l'influence de la lumière, l'extrémité du bourgeon se trouvant à quatre ou cinq centimètres au-dessous de la surface du sol. *Ces feuilles ont du tissu palissadique.*

Si l'on n'admet ici l'influence de l'hérédité, comment expliquer que l'écaille et la jeune feuille étant placées toutes les deux dans des conditions identiques, la première n'ait pas de tissu en palissade et que la seconde en possède?

Nous arrivons donc à cette conclusion que la lumière accentue sans nul doute le caractère palissadique, mais que c'est l'hérédité qui joue le principal rôle dans la formation de ce tissu. « La lumière manifeste surtout son action, dit M. Pick, en orientant seulement les cellules palissadiques. »

Ce parenchyme de l'écaille est par conséquent homogène et ne présente pas de différenciation en un tissu palissadique et un tissu lacuneux. Les cellules qui le composent sont parfois arrondies et séparées par des méats (*Helleborus*, *Smilax*, *Helianthus*) ; mais jamais les méats ne prennent un aussi grand développement que dans les parties aériennes. Le plus souvent, les cellules sont polygonales et sont intimement unies entre elles, sans méats (*Lilium, Hyacinthus, Echinops*).

Ainsi donc, le parenchyme des écailles souterraines présente deux caractères : il est plus homogène et moins lacuneux que le parenchyme foliaire.

Appareil vasculaire. — Dans l'écaille comme dans la feuille, la nervure est formée de l'appareil conducteur et de l'appareil de soutien : l'appareil conducteur se compose des vaisseaux du bois et des tubes criblés du liber : leur réunion constitue le faisceau libéroligneux.

Dans la plupart des cas, on ne trouve pas entre le bois et le liber de chaque faisceau, la moindre trace de couche génératrice indiquant des formations secondaires. Au contraire, dans le *Saponaria officinalis*, par exemple, on remarque une couche génératrice peu développée à la vérité, mais facilement reconnaissable à la disposition de ses cellules.

Les écailles qui présentent des formations secondaires n'en ont pas sur toute la longueur des nervures principales. Le plus souvent, elles disparaissent à une certaine distance du sommet ou des bords du limbe : à ces endroits, les nervures se réduisent à un très petit nombre de vaisseaux courts et renflés.

Si nous passons à l'étude des éléments des faisceaux, nous remarquons d'autres différences. Le nombre des vaisseaux du bois est très sensiblement plus élevé dans la feuille que dans l'écaille : la lignification des éléments est également moins avancée que dans la feuille. Quant à la forme même des vaisseaux, elle est généralement plus arrondie dans la feuille, plus polygonale dans l'écaille : cette différence est en rapport avec la différence de forme qui existe entre les cellules du parenchyme.

Les éléments du liber sont non seulement plus nombreux et plus petits, mais encore ils possèdent des parois plus épaisses dans la feuille que dans l'écaille : les unes et les autres ont cette réfringence qui les caractérise.

Ainsi donc, dans chaque faisceau libéroligneux, le nombre des vaisseaux du bois et des éléments libériens est très diminué dans l'écaille souterraine ; si l'on ajoute que dans le même organe, le nombre total des faisceaux est la plupart du temps moins élevé qu'il ne l'est dans la feuille, on comprendra l'importante réduction que subit dans l'écaille souterraine l'appareil vasculaire.

Comme appareil de soutien des faisceaux libéroligneux, on entend ordinairement l'ensemble des éléments collenchymateux ou ligneux qui l'entourent totalement ou en partie ; on y joint aussi les cellules ou les fibres ligneuses qui, dans certains cas, entrent dans la constitution des faisceaux du bois ou du liber. L'appareil de soutien de l'écaille est généralement nul ou très réduit.

Il peut faire défaut à la fois dans l'écaille et dans la feuille. Dans d'autres cas, il manque dans la première et existe dans la seconde. Les écailles souterraines de *Typha*, *Tussilago*, *Nymphæa*, *Crocus*, ne possèdent pas d'appareil de soutien autour de leurs faisceaux libéroligneux ; les feuilles aériennes, au contraire, ont un axe ou même un anneau complet de sclérenchyme autour des faisceaux. Dans d'autres cas, enfin, les faisceaux de l'écaille peuvent être entourés d'un anneau de sclérenchyme (*Smilax*, Bambou) ; mais il n'atteint jamais le développement qu'il a dans la feuille.

En résumé, nous voyons que l'appareil de soutien des faisceaux libéroligneux manque très souvent dans l'écaille et que, lorsqu'il existe, il est ordinairement très peu développé.

Dans un grand nombre de cas, le parenchyme foliaire lui-même peut avoir aussi un tissu de soutien. Ce tissu consiste : soit en des cellules isolées, les unes simples, exactement en forme de clou dont la tête, grande et élargie, est appliquée contre l'épiderme supérieur et dont la pointe effilée s'enfonce dans les méats des premières cellules du tissu lacuneux, les autres rameuses, d'où partent dans tous les sens des branches de soutien, s'engageant dans les intervalles des cellules : soit par des paquets de fibres sclérifiées généralement situées du côté de l'épiderme inférieur. Les cellules isolées simples ou rameuses manquent dans l'écaille : quant aux îlots de fibres sclérifiées, ou bien ils font défaut ou bien leur développement est considérablement réduit.

Tissu sécréteur. — Au point de vue de la disposition de ce tissu, nous avons observé les plus grandes variétés. Dans l'*Heracleum*, par exemple, les canaux sécréteurs sont très abondants dans le pétiole et manquent dans l'écaille. Dans l'*Helianthus*, les canaux sécréteurs sont également moins développés que dans le limbe. Dans l'écaille aérienne de *Tussilago Farfara*, il existe en face du liber du faisceau médian, un canal sécréteur bordé de sept à huit cellules aplaties tangentiellement à la lumière, tandis que dans l'écaille souterraine, le nombre de ces cellules n'est plus que de quatre. Dans l'écaille aérienne de la même plante, un certain nombre de cellules libériennes paraissent être sécrétrices ; dans l'écaille souterraine, ces cellules sont moins abondantes. Ainsi donc, dans certains cas, les canaux sécréteurs font défaut ou sont réduits dans l'organe développé dans le sol.

Inversement, ils peuvent être plus développés dans l'écaille que dans la feuille. Il existe à l'extrémité de l'écaille de *Lysimachia vulgaris* un canal sécréteur très développé, tandis que dans la feuille aérienne ce même canal est très réduit.

La même diversité existe quant aux parties sécrétrices. La feuille de *Lysimachia Nummularia* en possède en abondance au-dessous de l'épiderme supérieur, alors que l'écaille en est dépourvue. Par contre, l'écaille de *Narcissus odorus* en a et la feuille n'en possède pas.

On voit donc que le tissu sécréteur ne présente rien de caractéristique et qu'il peut être, selon le cas, tantôt plus développé, tantôt plus réduit dans l'écaille que dans la feuille.

Matières de réserve. — Ces matières existent en abondance dans un grand nombre d'écailles souterraines. Les écailles nourricières des Monocotylédones, principalement celles situées au centre des bulbes, en renferment une notable proportion : ces matières sont surtout accumulées dans les premières assises du parenchyme en contact avec l'épiderme inférieur (*Hyacinthus*, *Ornithogalum*, etc.). Dans l'écaille du *Lilium*, toutes les cellules du parenchyme sans distinction sont remplies de réserves.

Parmi les écailles protectrices des Dicotylédones, un grand nombre d'entre elles en renferment également, mais, dans beaucoup d'autres cas, elles font défaut.

On a vu qu'en faisant développer sous le sol des rameaux de *Saponaria*, par exemple, nous avons ainsi obtenu la production des matières de réserve, tandis que ces matières manquaient complètement dans la feuille développée à la lumière, ainsi que dans les écailles que nous avons déterrées et que nous avons placées à l'air et à l'obscurité. L'influence du milieu souterrain est donc ici manifeste.

Il y a également un autre point sur lequel nous désirons attirer l'attention. Il faut remarquer que dans l'ensemble des caractères que présente l'écaille souterraine, un certain nombre d'entre eux appartient également à la feuille très jeune, non encore différenciée, de sorte que l'on pourrait objecter que l'écaille représente seulement une feuille n'étant pas encore arrivée à son parfait développement.

Si l'on ne considère que le *Colchicum autumnale*, par exemple, on remarque dans l'écaille une réduction très notable des vaisseaux ligneux et des éléments libériens, un développement moins accentué du tissu palissadique et une structure du parenchyme beaucoup moins lacuneuse que dans la feuille adulte. Or, la jeune feuille présente des caractères identiques à ceux de l'écaille.

De même dans le *Typha latifolia*, l'écaille et la feuille jeune possèdent des épidermes peu cutinisés, un appareil vasculaire non lignifié, un sclérenchyme très réduit et un tissu lacuneux peu développé. Le tissu palissadique, qui comprend trois assises de cellules en dessous de chaque épiderme dans la feuille adulte, fait ici défaut.

Ainsi donc, dans certains cas, l'écaille souterraine ne se différencie en rien de l'état jeune de la feuille : mais dans d'autres cas, de beaucoup les plus nombreux, à ces caractères d'arrêt de développement viennent s'ajouter d'autres caractères acquis par l'écaille sous l'influence du milieu souterrain et que la jeune feuille n'a jamais eus à aucun moment.

Voici un tableau représentant les différences anatomiques qui existent entre les feuilles de *Saponaria officinalis* développées à la lumière, à l'obscurité et sous terre :

A LA LUMIÈRE.	A L'OBSCURITÉ.	SOUS TERRE.
1. Cellules épidermiques à parois minces.	1. Cellules épidermiques à parois minces.	1. Cellules épidermiques à parois épaissies.
2. Stomates nombreux.	2. Stomates moins nombreux.	2. Pas de stomates.
3. Tissu palissadique très développé.	3. Tissu palissadique réduit.	3. Pas de tissu palissadique.
4. Tissu lacuneux développé.	4. Tissu lacuneux réduit.	4. Tissu lacuneux plus réduit encore.
5. Collenchyme en regard de gros faisceaux.	5. Collenchyme diminué.	5. Pas de collenchyme.
6. Faisceaux libéroligneux nombreux et à bois développé.	6. Faisceaux libéroligneux nombreux à vaisseaux ligneux diminués de calibre.	6. Faisceaux libéroligneux réduits en nombre et en dimensions.
7. Pas de matières de réserve.	7. Pas de matières de réserve.	7. Des matières de réserve.

Or, la feuille jeune de la même plante possède des caractères identiques à ceux de la feuille développée à l'obscurité : il existe, au contraire, dans la feuille ayant végété dans le sol, des caractères surajoutés qu'en aucune période de son développement la feuille normale n'a présentés. Les cellules épidermiques, par exemple, ont des parois minces dans les feuilles jeunes encore et dans les feuilles adultes à la lumière et à l'obscurité. Sous terre, elles ont acquis des parois beaucoup plus épaisses ; il est bien manifeste ici que cet épaississement de l'épiderme a eu lieu en vue d'une adaptation physiologique et que c'est un caractère particulier que la feuille souterraine a acquis sous l'influence du milieu.

De même, les matières de réserve n'existent à aucun stade du développement de la feuille normale ou étiolée, tandis qu'elles existent en abondance dans la feuille souterraine.

Il y a par conséquent dans cette dernière des caractères négatifs d'arrêt de développement que l'on retrouve également dans la feuille jeune (diminution du nombre et des dimensions des faisceaux libéroligneux, réduction du tissu palissadique et du tissu lacuneux, importance moins grande du collenchyme) : encore, faut-il remarquer que ces caractères sont plus accentués dans la feuille souterraine que dans la feuille jeune. L'épaississement des cellules épidermiques, la production de matières de réserve sont des caractères positifs qui appartiennent en propre à la feuille souterraine.

Considérons une feuille de *Mentha aquatica* s'étant développée sous terre. Elle présente, comme différences avec la feuille aérienne, une disparition du tissu palissadique, une diminution du nombre des méats intercellulaires. une réduction de l'appareil vasculaire.

Ce sont là des caractères que nous retrouvons dans l'état jeune de l'organe. Mais il y a en plus une cutinisation beaucoup plus marquée de l'épiderme inférieur et le parenchyme présente en outre un nombre d'assises cellulaires bien plus élevé. De plus, immédiatement en contact avec l'épiderme inférieur, se trouve une rangée de cellules intimement unies entre elles qui fait défaut dans la feuille aérienne.

Il est bien manifeste ici qu'en aucun stade de son développement, la feuille de *Mentha aquatica* n'a présenté ces derniers caractères et que c'est sous l'influence du milieu que la feuille souterraine les a acquis.

Que l'on compare la feuille aérienne et l'écaille souterraine d'*Helleborus odorus*, on constatera également que dans cette dernière le parenchyme présente une épaisseur près du double que dans la première, que de plus son épiderme inférieur est plus cutinisé et qu'en dedans de lui se trouve une assise de cellules identique à celle déjà signalée dans le *Mentha aquatica*. Il est probable que cette assise formée de cellules étroitement appliquées les unes contre les autres et allongées perpendiculairement à la surface, est destinée à augmenter la protection des tissus situés à l'intérieur, protection assurée déjà par la présence d'un épiderme inférieur très cutinisé.

On ne peut également admettre que l'écaille du *Lilium candidum* dont le parenchyme est composé uniformément de très grandes cellules polygonales, représente seulement un stade jeune de la feuille. S'il en était ainsi, comment expliquer que les cellules du mésophylle de la feuille adulte soient très sensiblement inférieures en dimensions à celles de l'écaille.

Comme il était facile de le prévoir, l'appareil de soutien si nécessaire au limbe de certaines feuilles, n'a dans l'écaille qu'une importance tout à fait minime : c'est ce qui explique pourquoi cet appareil fait défaut ou n'est représenté que d'une façon rudimentaire.

On comprend également pourquoi le parenchyme palissadique est plus considérable dans la feuille normale dont les éléments sont appropriés à recevoir l'action de la lumière.

L'appareil conducteur de l'écaille doit être construit aussi plus simplement en raison de son peu d'importance.

Les cellules de l'épiderme inférieur ou externe, plus exposées que toutes les autres, acquièrent des parois plus épaisses que celles des cellules similaires de la feuille aérienne : de même, la transpiration s'effectuant plus difficilement dans les parties souterraines, le nombre de stomates diminue.

De plus, l'écaille souterraine possède un parenchyme plus développé et des matières nutritives en plus grande abondance que la feuille aérienne, ce qui lui permet de remplir le rôle de réserve alimentaire.

Mais nous avons montré que les écailles souterraines peuvent en outre acquérir un certain nombre de caractères spéciaux qui ne pouvaient être prévus *à priori*. C'est ainsi que l'anatomie comparée de feuilles aériennes et souterraines montre qu'il y a plus de différenciation dans l'écaille souterraine que dans la feuille développée à l'obscurité dans l'air : cette dernière ne présente guère que des caractères d'arrêt de développement.

L'écaille souterraine ne représente pas davantage un état jeune de la feuille développée à la lumière. Certains des caractères se retrouvent, à vrai dire, dans l'un et l'autre cas. Mais le séjour dans le sol a eu pour effet certaines modifications de structure que l'on ne retrouve jamais dans la feuille aérienne, à quelque moment de son développement que ce soit.

EXPLICATION DES PLANCHES 18 à 21

Lettres communes : *eps*, épiderme supérieur; *épi.* épiderme inférieur; *ct*, cuticule; *ffl*, faisceau libéro-ligneux ; *b*, bois ; *l*, liber; *pal*, palissadique; *lac*, tissu lacuneux; *par*, parenchyme homogène; *col*, collenchyme.

Planche 18.

Fig. 1.	*Glyceria aquatica.*	Écaille souterraine.
Fig. 2.	»	Gaîne aérienne.
Fig. 3.	»	Limbe aérien.
Fig. 4.	*Helleborus odorus.*	Écaille souterraine.
Fig. 5.	»	Feuille aérienne.
Fig. 6.	*Asparagus officinalis.*	Écaille aérienne.
Fig. 7.	»	Écaille souterraine.
Fig. 8.	*Colchicum autumnale.*	Limbe aérien.
Fig. 9.	»	Écaille souterraine.

Planche 19.

Fig. 10.	*Hyacinthus orientalis.*	Limbe aérien.
Fig. 11.	»	Écaille souterraine.
Fig. 12.	*Mentha aquatica.*	Écaille souterraine.
Fig. 13.	»	Limbe aérien.
Fig. 14.	*Heracleum Spondylium.*	Limbe aérien.
Fig. 15.	»	Écaille souterraine.
Fig. 16.	*Monotropa Hypopitys.*	Écaille souterraine.
Fig. 17.	»	Écaille aérienne.

Planche 20.

Fig. 18 et 19.	*Glechoma hederacea.*	Limbre aérien.
Fig. 20 et 21.	»	Limbe souterrain.
Fig. 22.	*Lysimachia Nummularia.*	Limbe aérien.
Fig. 23.	»	Limbe souterrain.
Fig. 24.	*Veronica officinalis.*	Limbe aérien.
Fig. 25.	»	Limbe souterrain.

Planche 21.

Fig. 26.	*Lamium Galeobdolon.*	Rhizome déterré et placé à la lumière.
Fig. 27.	*Saponaria officinalis.*	Idem.
Fig. 28.	*Lysimachia vulgaris.*	Idem.
Fig. 29.	»	Coupe transversale de l'écaille E.
Fig. 30.	»	Coupe transversale de l'écaille E'.
Fig. 31.	»	Coupe transversale de l'écaille E''.

LA VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES

par **F. BOERGESEN** et **Ove PAULSEN** *(Suite)*

(Traduit en français par Mlle S. ERIKSSON)

Saint-Thomas.

Près de la ville, la végétation a naturellement subi l'influence de l'homme. Il n'y a là ni bocages, ni bois, mais seulement des arbustes et des arbres épars (les *Anona*, le *Swietenia*, les *Acacia*, etc.) qui vers le haut des pentes se sont groupés par ci et par là. La terre est couverte d'une végétation de plantes herbacées composée tantôt d'une, tantôt d'une autre plante. Parmi celles-ci nous voulons nommer : l'*Asclepias curassavica* L. à jolies fleurs rouges et jaunes et encore une autre plante de la famille des Asclépiadées, le *Calotropis procera* R. Br., introduit dans le pays et ayant des feuilles sessiles, larges et dressées, ensuite le *Mimosa pudica* L., le *Commelina* et l'*Eupatorium* et encore quelques Cactées et Lianes (de ce dernier groupe surtout les Cucurbitacées). A un certain endroit une plante de la famille des Cactées, un *Cereus* qui ressemblait fort à une liane, avait enlacé un grand *Fourcroya* avec une telle force que celle-ci ne pouvait pas dégager ses jeunes feuilles, qui étaient serrées comme dans une liasse, et les bouts extrêmes des feuilles se rencontraient en haut.

Une course jusqu'à la maisonnette appelée « Ma folie » et placée au sommet de la montagne qui est située au-dessus de St.-Thomas, est fort agréable. Il est vrai que cela dépend surtout de la vue superbe qu'on a sur le lac et sur le port, mais il faut aussi avouer qu'au point de vue botanique une excursion à cette place a bien de l'intérêt. Le long de la route il y a des exemplaires du *Tecoma stans* Juss., un arbuste de la famille des Bignoniacées, en ce moment même portant une masse de jolies fleurs, jaunes et brillantes. Cet arbuste très fréquent est très décoratif. Des espèces du genre *Cordia* à fleurs rouges ou blanches et le curieux *Thevetia neriifolia* Juss., à fleurs jaunes infundibuliformes poussent aussi dans ces régions. On trouve encore des Coryphinées (*Thrinax*) (1), quoiqu'on ne puisse pas dire que les exemplaires en soient bien nombreux. Les *Ficus pedunculata* Ait. et *trigonata* L., le vrai bois d'acajou (*Swietenia*) à feuilles brillantes et pennées, le *Guazuma tomentosa* Kth. et encore d'autres forment des petits bocages autour desquels rampent toujours des Lianes à fleurs bleues, rouges ou blanches.

Mais ce n'est que tout près de la ville qu'on éprouve une influence évidente et récente de la présence de l'homme. L'autre partie de l'île est encore inculte et on n'y passe que rarement; par ci et par là on voit des habitations isolées. A plusieurs endroits la végétation ressemble à celle de l'Orkanöen. Tantôt elle est plus basse et en même temps moins épaisse et sèche, comme par exemple aux coteaux pierreux à l'est de l'île, où le soleil brille à travers le bocage et les Agaves poussent sous les arbustes (*Croton*, etc). Tantôt elle est plus abondante et moins xérophile, composée d'arbres plus hauts (par exemple le *Bucida Buceras* L. et le *Bursera gummifera* L.) et de plusieurs Lianes (nommons en première ligne les Graminées qui, ayant l'aspect de lianes, s'accrochent aux objets à l'aide de leurs branches écartées, par exemple le *Panicum divaricatum* L.). Dans ces localités, les arbustes épineux, couverts de poils gris, étaient moins dominants.

A l'intérieur de l'île, aux endroits plus bas et humides, on pourrait dire que les plantes forment des bois plutôt que des bocages. Ici on rencontre plusieurs arbres d'une hauteur assez remarquable : le *Bucida Buceras* au feuillage épais, le *Melicocca bijuga* L., le *Sapindus*, plante du même genre que celui-ci, des espèces de *Ficus* à longues racines aériennes qui pendent du haut des branches, des *Pisonia* et des *Eugenia*, le *Zanthoxylum Clava Herculis* L., dont le tronc est couvert d'épines pointues, faciles à enlever, le *Mammea americana* L. et le *Clusia rosea* L., un des égorgeurs d'arbres (Baumwürger) (voyez fig. 152) bien connus qui s'accrochent à d'autres arbres à l'aide de courtes racines horizontales mais qui peuvent pourtant croître comme des arbres ordinaires.

---

(1) Il n'est pas rare de trouver le *Thrinax* à St.-Thomas et à St. Jean. En grande abondance (formant une partie essentielle de la végétation) on le rencontre à Water Island au sud-ouest de St-Thomas; à St.-Croix au contraire on voit cette plante très rarement (Eggers).

Il faut encore nommer l'*Eriodendon anfractuosum* DC. dont le tronc chez de vieux exemplaires est d'une grosseur considérable augmentée encore par une sorte de racines aplaties. Celles-ci sont de hautes excroissances verticales en forme de planches qui naissent en bas des troncs. Ces racines ne se rencontrent jamais dans de jeunes exemplaires ; on ne les trouve que lorsque le tronc a atteint une certaine grosseur. Peut-être servent elles à soutenir les plantes, ce qui ne paraît pas pourtant nécessaire, puisque l'arbre n'atteint jamais une hauteur considérable.

En voyant ce bois et l'abondance des arbres qui le composent, on comprend qu'on se trouve dans les tropiques, surtout si l'on est habitué à voir la végétation grise et à la fin fatigante de l'Orkanöen. Pourtant cette végétation peut nous rappeler celle de l'Orkanöen, c'est-à-dire pour ce qui concerne le *Croton* et les compagnons de cette plante, car les arbres étaient ici souvent épars et au-dessous et entre eux poussaient les arbustes xérophiles mentionnés plus haut. Ensuite, il faut ajouter que ces arbustes se mêlaient avec d'autres plantes qui avec moins d'évidence appartenaient aux régions sèches et qui manquaient parfaitement ou ne jouaient qu'un rôle peu important à Orkanöen, par exemple le

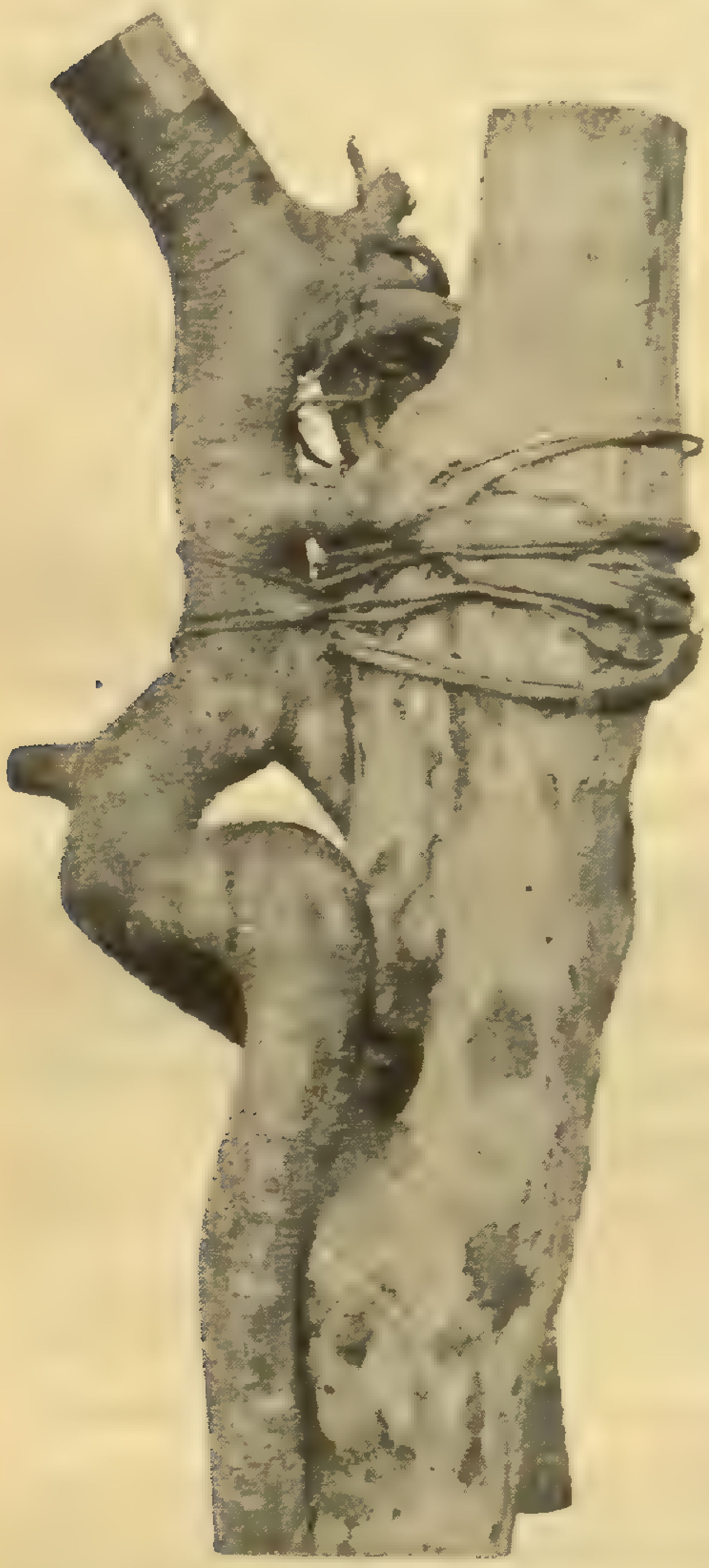


Fig. 152. — *Clusia rosea* L. — Partie d'un tronc qui par des racines horizontales s'accroche au tronc d'un autre arbre. (Cette partie, conservée dans le Musée botanique de Copenhague, a été donnée par M. l'Ingénieur Berg, à Saint-Thomas. Photographie prise par M. F. Boergesen).

Pavonia spinifex Cav. et le *Miconia lævigata* DC., plantes de la famille des Mélastomacées.

Les Lianes sont ici très bien développées, mais les espèces en sont presque les mêmes que dans l'Orkanöen.

Enfin il n'est pas rare de trouver ici des Fougères et des Aracées. Parmi celles-là il faut nommer comme les plus fréquentes des espèces des genres *Adiantum* et *Polypodium* et en outre le *Blechnum occidentale* L.. Parmi les Aracées citons les *Anthurium Huegelii* Schott et *cordifolium* Kth.. Ces plantes paraissent quelquefois sous la forme d'épiphytes, accrochées aux troncs des arbres, à l'aide des racines absorbent l'eau et ramassent de l'humus. On trouvait aussi des Orchidées épiphytes. Le *Cuscuta americana* L., vivant comme parasite de la même manière que les autres espèces de ce genre, était encore plus fréquent. Ainsi à Smitsh-Bay, on le rencontrait par exemple à la côte nord de l'île dans une telle abondance qu'il avait une influence essentielle sur l'aspect du paysage. Aussi, la forêt était-elle, vue d'en haut des collines, toute parsemée de taches jaunes, chacune créée par un exemplaire de cette plante qui pendait sur les branches d'un arbre, souvent presque comme un toit.

Saint-Jean.

C'est la moins importante des trois îles danoises, mais relativement la végétation n'y est pas moins abondante. Il est vrai qu'à Cruz Bay et dans quelques autres localités on voit les collines couvertes de bas taillis de *Croton*, à couleur grise, mais en parcourant l'île de l'ouest à l'est on n'en trouve plus. En suivant le chemin il faut monter et descendre sans cesse. Pour commencer (à l'ouest) la route s'enfonce dans une basse forêt où l'on trouve de nombreux exemplaires du *Tecoma stans* en fleurs — sous les arbres il y avait des formations de *Tradescantia discolor* Sw. — ou bien elle traverse un terrain plus nu, couvert de graminées et d'arbustes très bas, où les bêtes vont pâturer. Ensuite on passe devant une plantation nommé l'Adrian, et situé entre de hauts exemplaires de *Bambusa*, d'Arbres à pain (*Artocarpus incisa* L.), de Sapotilliers (*Sapota Achras* Mill.) et de *Chrysophyllum*, dont les feuilles sont lisses et brillantes à la face supérieure, mais cotonneuses et d'un rouge jaunâtre à la face inférieure. Enfin la route va en montant et en descendant pour se perdre dans la forêt. Chaque minute nous voyons s'ouvrir de nouvelles vues sur la mer qui, avec les îlots, est comme entourée d'un cadre blanc, formé du sable blanc qui forme ses bords. Une fois, la route nous mène au bas d'une vallée humide et ombreuse, par devant les ruines d'un vieille plantation, datant du temps prospère des îles. Sur les ruines des vieux murs, pousse un grand Figuier dont les racines, s'appliquant à la surface des murs, ont l'air de grosses cordes.

Ces ruines montrent avec évidence que le pays a été habité et cultivé autrefois, et il s'ensuit aussi que la forêt n'est pas une forêt vierge quoiqu'en la voyant on puisse être tenté de le croire. Assurément la hauteur n'est pas bien considérable — une forêt de Hêtres en Danemark parvient presque à la même hauteur — mais la végétation est très épaisse et en outre composée d'un grand nombre d'espèces. A ce dernier point de vue les forêts des tropiques sont en vive opposition avec les bocages de *Croton* et les bois des régions septentrionales, car dans ceux-ci il y a tantôt une seule espèce tantôt quelques-unes seulement qui prédominent. Mais à St-Jean, il n'y avait aucune plante qui donnât à la végétation un caractère spécial. Au contraire, la qualité propre de cette végétation consistait en la multitude et la différence des formes.

L'une des plantes les plus fréquentes, était le joli *Tecoma leucoxylon* ci-dessus nommé. Cet arbre de la famille des Bignoniacées atteint une hauteur notable. Mais il y en avait beaucoup d'autres qui lui disputaient le pas, par exemple l'*Andira inermis* (Picter Tree), le *Zanthoxylum Clava-Herculis*, le *Morisonia americana* L., dont les fruits gris, durs et globuleux étaient bien remarquables, l'*Ixora*, le *Faramea*, le *Mammea* et le *Clusia* (très fréquent sous la forme d' « épiphyte » sur les arbres et les rochers (fig. 52), des espèces du genre *Ficus*, etc., etc.. Il paraît que l'*Eriodendron* est bien rare ici, on n'en voyait qu'un seul exemplaire très haut.

Il n'y avait qu'un petit nombre d'arbustes, ce qui dépend naturellement de ce que les arbres nombreux étaient bien semés ; — nous voulons nommer le *Jasminum pubescens* W. à jolies fleurs blanches, le *Miconia* et des espèces du genre *Psychotria*.

A l'ombre des arbres poussaient des Fougères et des Aracées, mais les exemplaires en étaient partout épars. Le *Polypodium Swartzii* Baker est une Fougère grimpante bien curieuse ; parmi les autres Fougères nous pouvons encore nommer le *Polypodium Phyllitidis* L., le *Blechnum occidentale* et le *Polypodium tetragonum* Sw. Les deux Aracées qu'on trouvait si souvent à Saint-Thomas fréquentaient aussi ces régions, mais de plus il y avait une grande plante magnifique (sans doute le *Philodendron giganteum* Sch.) appartenant à la classe d'épiphytes dont les racines aériennes pénètrent dans le sol même. Outre ces longues racines, la plante en a aussi de plus courtes et horizontales qui se serrent autour du tronc qui porte la plante et l'attache à celui-ci. Si la plante elle-même s'est entortillée plusieurs fois autour du tronc elle y devient encore plus fixement attachée. Les feuilles des exemplaires que nous avons vus avaient presque la longueur d'un mètre, et elles étaient placées les unes au-dessus des autres en forme de 3 à 4 étages. Voilà une chose qui fait soupçonner une croissance périodique. On trouvait encore une certaine graminée à feuilles très larges, le *Pharus glaber* Kth., poussant toujours à l'ombre.

Sans les plantes, citées tout à l'heure, le sol serait presque privé de végétaux. Aux bords des routes ou aux endroits plus ouverts on rencontrait le *Bryophyllum calycinum* Salisb. qui était quelquefois de la hauteur d'un homme. Cette plante est très connue à cause de la disposition que possèdent ses feuilles de former des bourgeons. D'après Johow (1), elle porte des feuilles de deux espèces : entières ou pennatiséquées. Celles de la seconde catégorie n'apparaissent jamais avant que la plante soit arrivée à un certain âge, et se détachant très facilement elles semblent spécialement faites pour propager la plante végétativement. Cette faculté de donner naissance à des bourgeons elles le partagent pourtant avec les feuilles entières qui se détachent moins facilement. Le *Pimenta acris* W. et A., plante de la famille des Myrtacées, paraissait ici comme un petit arbuste. De cette plante on distille le « Bayrum ».

Les Lianes étaient très bien représentées. L'*Enchea* et le *Peperomia*, plantes de la famille des Pipéracées, le *Panicum divaricatum* et le joli *Mikania gonoclada* D. C. de la famille des Composées étaient surtout caractéristiques, mais en outre on rencontrait une masse de

---

(1) Vegetationsbilder aus Westindien u. Venezuela (Kosmos, 1884).

Convolvulacées et de Cucurbitacées (*Trianosperma*, *Momordica*, etc.

Plus loin la route prend fin, et nous parvenons au terme de notre promenade à cheval en haut de Bordeaux, une haute colline à l'est de l'île. La vue sur le paysage que nous avons de cet endroit surpasse tout ce que nous avons vu auparavant.

En haut de la colline poussaient des Caféiers sauvages ou égarés ? et en outre une plante du genre *Psychotria* et une espèce du genre *Casearia*.

A Reef Bay, au sud de St-Jean, nous avons visité une petite vallée boisée, couverte d'une végétation abondante. Elle était très jolie et caractéristique à plusieurs points de vue. Ainsi le petit ruisseau qui, blanc d'écume, coulait en bouillonnant le long des rochers et les inscriptions faites dans ceux-ci et datant du temps des caraïbes attiraient l'attention du visiteur. Enfin la végétation était d'un certain intérêt. On trouvait surtout quelques épiphytes, le *Clusia*, des Aracées et encore le joli *Epidendrum ciliare* L. de la famille des Orchidées, ce dernier tout couvert de fleurs blanches.

Sainte-Croix.

Dans les parties cultivées de l'île la végétation n'a pas beaucoup d'intérêt. Les plantations de cannes à sucre sont si hautes et les plantes y viennent si drues que cette végétation ne souffre point de concurrent ; ce n'est que le long des bords d'une route ou bien à d'autres places semblables qu'on trouve des plantes sauvages (mauvaises herbes) comme p. ex. le *Parthenium Hysterophorus* L., plante de la famille des Composées à capitules blancs en forme de boutons, le *Leonurus sibiricus* L. et le *Leonotis nepetifolia* R. Br., tous deux des Labiées, un grand nombre de Graminées et l'*Euphorbia heterophylla* L. dont le caractère propre consiste en ce que les feuilles les plus rapprochées des fleurs ont un joli teint en pourpre, ce qui sert évidemment à attirer les insectes. (Dans les jardins on voit quelquefois une espèce cultivée de l'*Euphorbia* tout à fait couleur de pourpre).

Aux friches ou aux aires plus petites et point cultivées il y a une lutte ardente entre les nombreuses mauvaises herbes, et il est curieux de voir qu'ici, celles-ci sont en général de petits arbustes (chez nous dans le nord ces plantes sont toujours herbacées). Parmi ces arbustes il faut citer en première ligne les *Acacia* (Casha) qu'on trouve vraiment partout. Ils poussent bien rapidement et finissent par devenir de mauvaises herbes très importunes qu'il n'y a pas moyen de détruire puisque les souches continuent à pousser des rejetons après qu'on les a coupées.

Parmi les végétations plus serrées, il faut compter les taillis de *Croton*. Cette végétation qui a été décrite par M. Eggers est la plus curieuse et en même temps celle qui a la plus grande étendue. La moitié de l'île, à peu près, n'est pas cultivée, et la plus grande partie est couverte de cette triste végétation. Surtout la partie orientale de l'île, depuis Christiansted vers l'est, n'est guère qu'un grand taillis de *Croton*.

Ce taillis est presque exclusivement composé d'arbustes, car on ne rencontre point d'arbres, excepté quelques exemplaires isolés du *Leucœna*, du *Crescentia* et de quelques autres encore. Ce manque d'arbres est certainement un caractère xérophile, car on ne peut pas l'attribuer à la stérilité du sol, aux endroits où toute autre végétation abonde. Il se pourrait que les animaux mêmes aient aidé à empêcher les arbres de croître ici. L'apparence de cette végétation, formée exclusivement d'arbustes — car les plantes herbacées ne sont pas non plus bien fréquentes — ne diffère pas si peu de celle que présente la végétation d'Orkanöen dont nous avons parlé dans ce qui précède. C'est qu'elle est basse, n'offre pas d'ombre et ne renferme que peu de Lianes. Mais si l'on ôtait les arbres de l'Orkanöen, les Lianes s'en iraient avec eux, et puis il n'y aurait pas bien des choses à changer avant que le résultat fût un vrai taillis de *Croton*.

Nous avons ainsi un taillis de la hauteur d'un homme, ou bien selon les circonstances, un peu plus haut ou plus petit. De temps à autre on trouve de grands arbustes ou des arbres, comme l'*Anona squamata*, des espèces du genre *Cordia*, etc. La couleur principale en est grise interrompue par de petite taches d'un vert frais, formées par des Acacia et, d'après les notes de M. Warming, par le *Bumelia cuneata* Sw. et le *Bursera gummifera* par exemple. Le bocage est composé à peu près de même qu'à Orkanöen. Pourtant quelques-uns des arbustes qu'on trouve à cette place, comme par exemple le

Tricera lævigata, le *Citharexylum*, etc., manquent ici ou ne se rencontrent pas dans la même abondance.

En première ligne il faut nommer les *Croton*, surtout les *Croton flavens*, *astroites* et *ovalifolius*, ce dernier à peu près de la hauteur de 30 centimètres. Le *Melochia tomentosa*, le *Corchorus hirsutus*, les *Lantana* et le *Wedelia buphthalmoides*, plante de la famille des Composées, revêtue de poils gris, sont aussi très fréquents. Les capitules du *Wedelia* ressemblent beaucoup à nos Chrysanthèmes sauvages. Parmi d'autres plantes, revêtues de poils gris, nous voulons citer le *Waltheria americana*, l'*Eupatorium* et certaines espèces du genre *Solanum*. De ce genre-ci il faut remarquer le *S. aculeatissimum* Jacq. dont le nom spécifique est très caractéristique, les *S. bahamense* L., *igneum* L. et encore d'autres. Ensuite nous avons le *Cordia cylindrostachya* Spreng., l'*Hibiscus vitifolius* L., le *Malvastrum spicatum* Gris. et surtout il ne faut pas oublier le *Randia aculeata*, les *Acacia* (*A. tortuosa* W., *macracantha* H. B.) (1) et le *Leucœna glauca*, presque toujours apparaissant sous la forme d'arbuste. Toutes ces plantes et encore quelques autres, voisines des dernières espèces, sont les meilleurs représentants des plantes glabres composant les bocages. Ces plantes voisines sont surtout l'*Hœmatoxylon campeschianum* L. (Campêche), à jolies fleurs jaunes et le *Parkinsonia aculeata* L. La nervure centrale des folioles pennées de celui-ci continue à vivre et assimiler après que les autres folioles se sont détachées. Le *Clerodendron aculeatum* L., plante à feuilles lisses, appartenant à la famille des Verbénacées, et l'*Anthacanthus spinosus* Nees., de la famille des Acanthacées, se rencontrent aussi assez souvent. Enfin il faut citer le *Castela erecta* Turf., de la famille des Rutacées, et le *Ditaxis fasciculata* Schlecht., remarquable par ses feuilles très petites, chose qui sert à réduire la transpiration aussi bien que la surface poilue ou la consistance coriace dans d'autres feuilles. En général, il n'y a que très peu de plantes qui ne sont pas fournies de moyens de défense spéciaux contre la sécheresse. Ici il est aussi bien de nommer plusieurs Légumineuses, dont les feuilles pennées se plient. Du reste l'*Acacia tortuosa*, plante, qu'on peut, avec raison, appeler xérophile, a des feuilles, qui, en comparaison avec celles de la plupart des plantes congénères, sont assez petites. Au point de vue anatomique, la plante montre des qualités évidemment xérophiles (voyez plus bas).

---

(1) Quelquefois, les Acacias forment des bocages épais et impénétrables, coupés seulement par des sentiers, battus par des vaches presque sauvages.

Au point de vue de la forme des feuilles, on observe une certaine uniformité (voyez fig. 153). (Nous ne pensons pas ici aux feuilles pennées et mobiles des Légumineuses). En général, elles sont simples, rarement composées (1, 10). Il semble qu'elles sont par préférence plus ou moins ovoïdes (oblongues-ovoïdes, ovales-ovoïdes, etc.) Les feuilles lisses (1-10) sont le plus souvent obovales — il en est même ainsi pour ce qui concerne les folioles des feuilles composées — et les pétioles deviennent courts. Les feuilles revêtues de poils sont en général ovales et les pétioles en sont plus longs. Mais il y a encore d'autres différences, car les feuilles lisses sont, en général, entières (excepté par exemple, le *Capraria biflora*

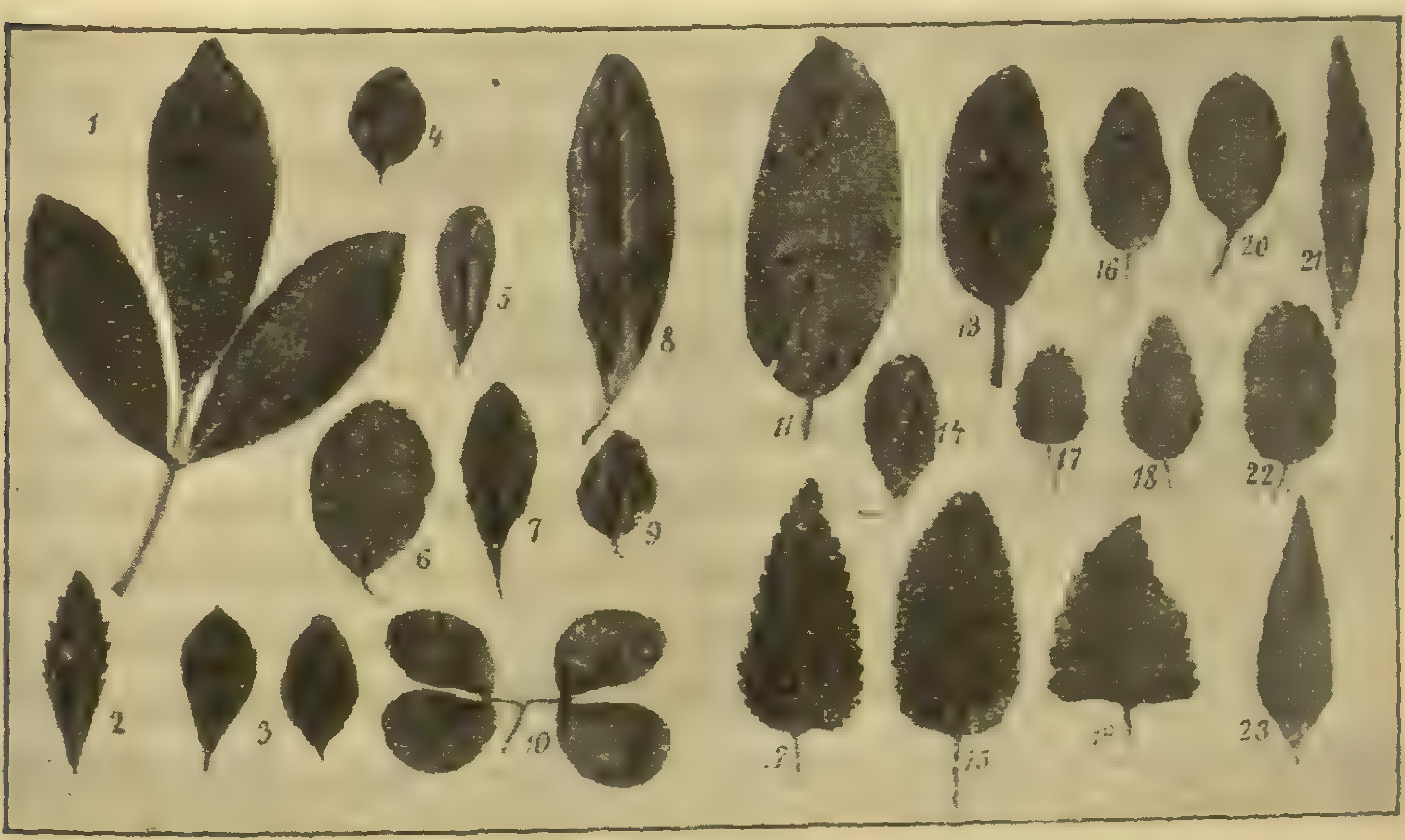


Fig. 153. — Feuilles de plantes du taillis de *Croton*. 1-10 : Feuilles lisses. — 1, *Tecoma leucoxylon* Mart.; 2, *Capraria biflora* L; 3, *Duranta Plumieri* Jacq.; 4, *Randia aculeata* L.; 5, *Ditaxis fasciculata* Schlecht.; 6, *Vernonia punctata* Sw.; 7, *Clerodendron aculeatum* L.; 8, *Citharexylum cinereum* L.; 9, *Anthacanthus spinosus* Nees.; 10, *Pithecolobium unguis cati* Benth. 11-23 : Feuilles revêtues de poils; 11, *Solanum polygamum* Vahl.; 12, *Lantana Camara* L.; 13, *Croton flavens* L.; 14, *Lantana involucrata* L.: 15, *Sida carpinifolia* L.; 16, *Croton ovalifolius* West.; 17, *Croton betulinus* V.; 18, *Melochia tomentosa* L.; 19, *Eupatorium repandum* W.; 20, *Croton discolor* Willd.; 21, *Cordia cylindrostachya* Spreng.; 22, *Corchorus hirsutus* L.; 23, *Wedelia buphthalmoides* Gris. (Photographie prise par M. Boegesen).

L. qui, à vrai dire. n'appartient pas au taillis de *Croton*), tandis que les feuilles revêtues de poils sont souvent dentelées.

Pourtant il y a plusieurs exceptions à cette règle, par exemple, les feuilles elliptiques 11, 13, 16, 22, la feuille ovale et oblongue-lancéolée 20, 21, etc., etc.

L'accord qui règne entre certaines plantes des bords sablonneux est bien plus grand. Celles-ci ont presque toutes des feuilles spatulées, et en ce cas il est évident que des agents extérieurs ont causé cette forme des feuilles, tandis qu'au sujet du taillis de *Croton* il faut se rappeler que les formes de feuilles qu'on y trouve, sans compter qu'elles sont bien plus différentes entre elles sont, en même temps, beaucoup plus ordinaires même autre part et sous d'autres conditions.

Enfin la formation d'épines est un caractère propre aux plantes du taillis xérophile. Pourtant les épines des espèces différentes ne sont point des formations homologues. Tandis que chez les Cactées elles sont des feuilles transformées (« feuilles épineuses »), elles sont dans les Agaves et le *Bromelia* des « épines des feuilles, » c'est-à-dire des émergences, comme dans les espèces de *Solanum* dont elles couvrent même souvent les surfaces des feuilles. Les épines des *Acacia* sont des stipules durcies, mais de temps à autre on rencontre aussi chez ces plantes des épines sur les tiges. Le *Randia* et l'*Anthacanthus* ont des épines axillaires. Pour finir on peut faire remarquer que dans le *Clerodendron aculeatum*, plante de la famille des Verbénacées, le pied de la feuille qui continue à vivre et devient ligneux donne naissance aux épines (voyez fig. 154) et que dans le *Parkinsonia aculeata* (1) les épines naissent du pétiole commun des feuilles bipennées très courtes, de sorte que les folioles ressemblent à des feuilles pennées, placées sur les épines.

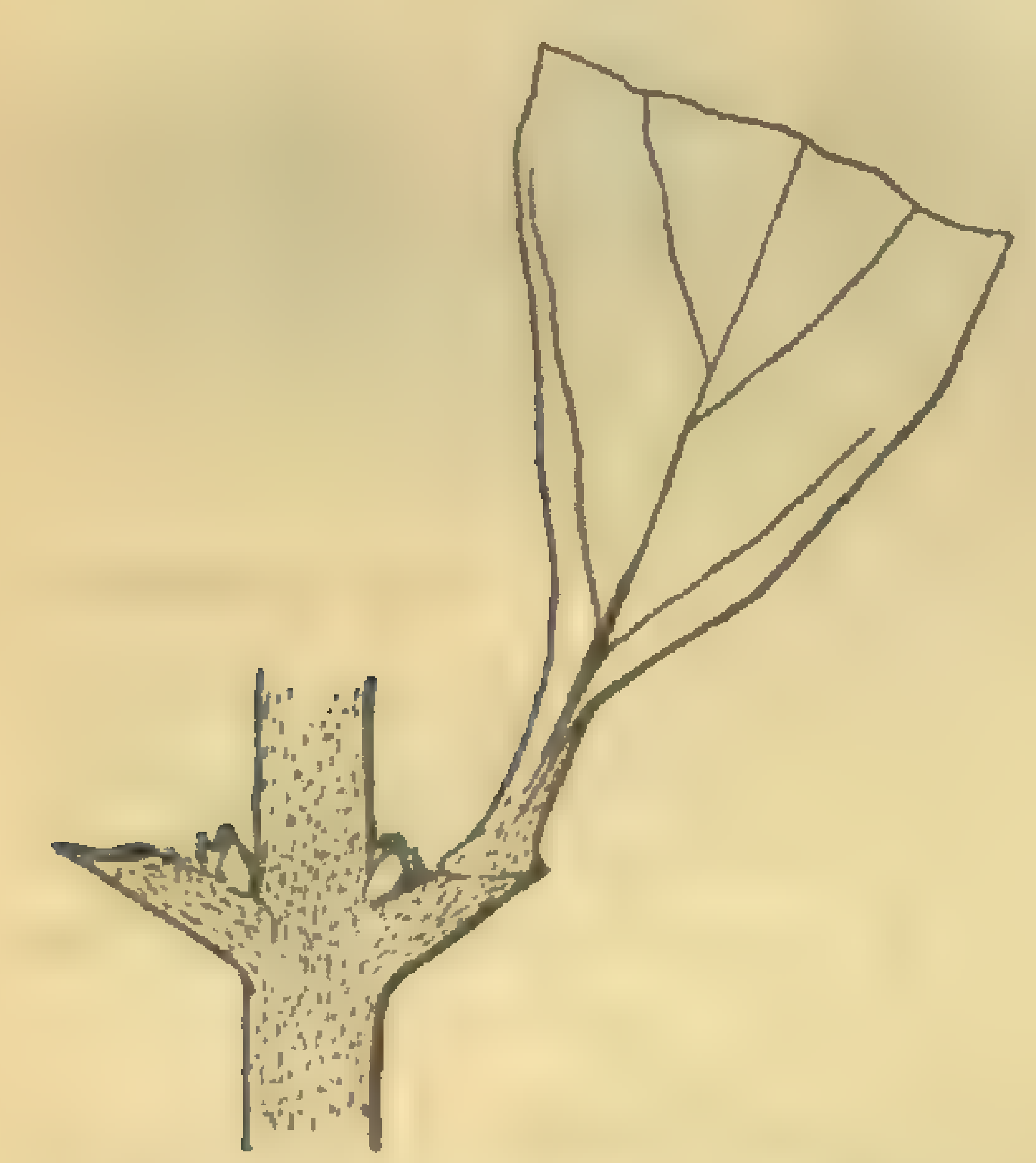


Fig. 154. — *Clerodendron aculeatum*. La partie inférieure de la feuille reste comme épine.

---

(1) Voyez F. Didrichsen (Naturhist. Tidsskr., 1861).

Dans le taillis, on ne trouve pas les Lianes en grand nombre; pourtant le *Metastelma albiflorum* Gr. n'y est pas rare; de temps à autre on voit aussi l'*Ibatia muricata* Gr. Toutes ces deux plantes sont des Asclépiadées lactifères.

Assurément on est dans le vrai en prétendant que les plantes herbacées annuelles manquent ici complètement. Peut-être pourrait-on trouver quelques graminées; je ne m'en souviens pas et je ne trouve pas de renseignement dans mes notes. C'est qu'en général les plantes plus petites ne captivaient pas notre attention dans la même proportion que les arbustes qui prédominaient. Pourtant plusieurs demi-arbustes et arbustes nains se rencontraient ici et parmi ceux-ci citons par exemple le *Ruellia tuberosa* L., le *Dicliptera* sp., l'*Heliotropium fruticosum* L., le *Croton ovalifolius* West et le *Rivina lœvis* L. Les parties qui servent de base à ces arbustes sont assez grosses et noueuses. La dernière des plantes que nous venons de nommer, c'est-à-dire le *Rivina lœvis*, a des feuilles toutes lisses, mais puisqu'on le trouve presque partout (il est ubiquiste), on peut le considérer comme un hôte fortuit.

Il nous reste encore à considérer un élément bien important des taillis de *Croton*, c'est-à-dire les *plantes succulentes*. Le *Bromelia Pinguin*, l'*Agave* et le *Fourcroya* abondent ici et atteignent une grandeur considérable. Ce sont surtout les espèces du genre *Cactus* qui parviennent ici au plus haut degré de leur développement. Aussi s'adaptent-elles bien à endurer la chaleur, grâce à leurs corps gras, dont le volume est comparativement bien plus grand et dont la surface est en même temps plus petite que celle d'aucune autre plante, excepté les Euphorbiacées de l'Asie et de l'Afrique, qui ressemblent fort aux Cactées. Le *Melocactus communis*, « Popeshead », devenait quelquefois très grand (0,30 m. diamétralement) et avait l'apparence d'une vraie pelotte à épingles. L'*Opuntia Tuna* a des fruits comestibles, rouges comme du sang à l'intérieur « prickly pear », revêtus à l'extérieur de faisceaux d'épingles ténus qui s'attachent à vos doigts si vous y touchez. Nommons encore le petit *Opuntia humilis* Haw, de grandes espèces du même genre (*O. curassavica* et *spinosissima* dont le dernier, d'après ce que dit M. Eggers, est souvent haut de 8 m.) et enfin le *Cereus floccosus* dont les branches figurent souvent des candélabres. Toutes ces plantes, plus ou moins fréquentes, étaient celles qui aidaient le plus à rendre le bocage impénétrable.

Dans la partie orientale de St-Croix le taillis de *Croton* est remplacé quelquefois par un taillis exclusivement formé de Cactées, tandis que ces plantes ne se trouvent point à l'intérieur et à l'ouest de l'île dans la même abondance — nous pourrions même dire qu'elles manquent parfaitement quelquefois.

L'hiver de 1892 fut extraordinairement sec, et au sujet de l'apparence des taillis de *Croton* à cette époque M. Boergesen dit : « Les taillis avaient, cette fois, vus à une certaine distance, une couleur jaune-grisâtre plus frappante mais en même temps plus sale qu'en 1895. Cela était dû en partie à ce que le feuillage était moins épais et en partie à ce que les feuilles étaient plus ou moins pendantes et enroulées. En outre on ne voyait pas cette fois les Lianes qui pendant mon dernier séjour à l'île rendaient les taillis plus gais. Enfin plusieurs arbustes étaient tout à fait dépourvus de feuilles. Sous les arbustes de *Croton* on trouvait de nombreuses feuilles mortes. Il n'y avait que les feuilles jeunes au sommet des arbustes qui restaient encore, mais elles pendaient toutes lâches et enroulées, ce qui ne se voyait pas seulement chez les *Croton* mais aussi sur les *Lantana*, les *Lippia*, les *Wedelia* et d'autres encore. Là où le taillis était presque entièrement composé d'Acacias épineux, comme dans la partie orientale de St-Croix par exemple, on ne voyait point de feuilles. Ici, le bocage faisait par ses nombreuses épines pointues une impression rien moins qu'agréable. Les plantes grasses seules, par exemple les Cactées, les Agavés, le *Bromelia*, etc., ne montraient pas de traces de l'influence de la sécheresse. Plusieurs Agavés étaient même tout en fleurs et donnaient par leurs jolis inflorescences jaunes, hautes de plusieurs mètres, une apparence gaie à ce paysage autrement assez triste.

Les fleurs qu'on trouvait maintenant aux îles, manquaient alors complètement; çà et là, on apercevait un exemplaire rougeâtre de *Lantana* ou bien un pied presque fané et jaunâtre de *Wedelia*. Mais en somme tout était fané et hâlé sous la sécheresse et le soleil intense; l'air lui-même brûlé était rempli d'une odeur résineuse provenant d'huiles éthérées qui se trouvent surtout dans les feuilles des plantes appartenant au genre *Croton*. »

(A suivre).

LES CONDITIONS DE RÉUSSITE DES GREFFES

par M. Lucien **DANIEL** *(Suite)*

---

c. **Soins à donner après le greffage.** — Une fois la greffe achevée, c'est-à-dire ligaturée et mastiquée comme dans le greffage par rapprochement, les plantes associées luttent en commun pour annihiler les conditions défavorables et développer les réactions utiles. C'est au greffeur de seconder le travail de la nature en raisonnant ses procédés, à la fois pour le greffon et le sujet.

1° **Greffon.** — La première chose à assurer pour maintenir la vie du greffon, c'est l'arrivée de l'eau dans ses tissus. Pour cela, il existe deux moyens : on peut augmenter l'absorption, ou bien diminuer l'émission de la vapeur d'eau. Nous allons examiner séparément ces deux cas qui présentent chacun leurs avantages et leurs inconvénients.

α. *Augmentation de l'absorption.* — L'absorption peut s'augmenter, soit en fournissant artificiellement de l'eau au greffon au niveau de la greffe, soit en augmentant l'absorption du sujet qui fait arriver plus de sève à ce niveau.

On a essayé de faire absorber directement l'eau au greffon en plaçant le niveau de la greffe dans le sol de façon que le greffon puisse y puiser l'eau directement comme le fait la bouture. L'inconvénient principal de cette pratique c'est de provoquer l'affranchissement du greffon.

De même on a entouré le niveau de la greffe d'un manchon de filasse mêlée d'argile que l'on humectait goutte à goutte. Ce procédé, employé par les anciens, a son bon et son mauvais côté. Trop d'eau amène la pourriture ; s'il n'y en a pas assez, la dessiccation survient quand même.

En plaçant le niveau de la greffe tout entier sous l'eau on empêcherait évidemment le greffon de se faner. Mais en protégeant le greffon, outre qu'on tuerait le sujet par réplétion aqueuse, on empêche la formation des méristèmes cicatriciels et une grande partie des substances solubles contenues dans le greffon diffusent dans l'eau. La cicatrisation en commun n'a pas lieu. Ainsi que le prouvent les essais que nous avons faits sur diverses plantes aquatiques (Cresson de Cheval, Chanvre d'eau, Menthe aquatique, etc.). Quand on place le niveau de la greffe sous l'eau, on n'observe pas trace de soudure; au contraire, si ce niveau est à l'air libre, la greffe réussit fort bien.

L'augmentation de l'absorption par le sujet dépend de plusieurs facteurs : transpiration, température, arrosage.

On augmente la transpiration en laissant au sujet des pousses feuillées ou des bourgeons d'appel qui amènent plus facilement la sève brute au niveau des blessures.

En arrosant avec de l'eau dont la température est plus élevée que celle du sol, l'absorption augmentera sous la double influence de la chaleur et de l'humidité plus grande du sol. En refroidissant l'air ambiant autour du greffon, on arriverait à un résultat analogue, mais alors on contrarierait la formation des méristèmes qui exigent pour se développer une température suffisante.

En un mot, l'augmentation de l'absorption du greffon ou de l'absorption du sujet présente ses avantages et ses inconvénients. Mais si dans les cas les plus favorables (greffes ligneuses), elle peut suffire à maintenir la vie du greffon, il en est d'autres (greffes herbacées) où elle serait tout-à-fait insuffisante. Il faut alors recourir à des remèdes plus énergiques, c'est-à-dire à la diminution ou à la suppression de la vaporisation.

β. *Diminution de la vaporisation.* — Si l'absorption est difficile à augmenter, la vaporisation peut se réduire facilement au contraire et même être supprimée complètement. Pour cela le greffeur met ses greffes à l'abri du vent, à l'ombre, sous cloches ou sous châssis blanchis, supprimant ainsi, en partie ou en totalité, dans ces derniers cas, la transpiration et la chlorovaporisation.

Mais la mise à l'étouffée sous cloches ou châssis a ses inconvénients si l'on ne surveille pas les greffes. Dès que l'air est saturé de vapeur d'eau, la vaporisation cesse et le greffon est exposé à la réplétion aqueuse qui arriverait d'autant plus que ces tissus sont plus jeunes ou naturellement plus aqueux (plantes grasses).

2° **Sujet.** — Le sujet ne peut mourir par dessiccation, mais seulement par réplétion aqueuse. *On ne doit donc jamais le traiter de la même manière que le greffon,* ce qui se fait partout cependant : c'est là un principe fondamental.

En effet, la plupart des précautions prises pour favoriser le greffon nuisent au sujet. La saturation de l'air, l'augmentation de température qui résulte de la mise sous cloche font rapidement pourrir le sujet, qui *fond*, comme disent les jardiniers.

Le remède à employer, c'est évidemment de traiter d'une façon différente le sujet et le greffon. Le sujet doit être laissé à l'air libre; le greffon seul doit être placé à l'étouffée, ce qui est facile à réaliser en posant la cloche sur une lame de verre supportée par un trépied par exemple.

En employant cette *méthode rationnelle de traitement* nous sommes parvenu à réussir des greffes qui mouraient à l'étouffée par pourriture du sujet : greffes sur germinations de Cucurbitacées, de Balsaminées, de Tropéolées, d'*Helianthus annuus*, etc.

d. **Rétablissement de la turgescence dans le greffon.** — La condition essentielle pour que le greffon puisse pousser, c'est le rétablissement de la turgescence dans ses tissus, turgescence qui a disparu à la suite de la section. Ce rétablissement se fait par imbibition de la sève brute du sujet dans les cellules du greffon. La moelle joue, à ce moment, un rôle très important, car c'est elle qui, de tous les tissus entamés, possède la plus grande force endosmotique. Ainsi s'explique naturellement la facilité de la reprise dans les plantes à moelle bien développée et formée de cellules bien vivantes.

Le rétablissement de la turgescence s'effectuera d'autant plus vite que l'arrivée de la sève brute est plus considérable, mais aussi d'autant plus rapidement que la turgescence initiale des tissus aura été moins diminuée pendant la préparation du greffon et sa mise en place. C'est ce qui explique pourquoi il faut opérer vite et pourquoi la taille du greffon sous l'eau, où ce greffon conserve en grande partie sa turgescence, produit de si bons résultats. C'est aussi ce qui permet de comprendre les bons effets des mastics dans les greffes à air libre, car ces substances empêchent la perte de la sève ; l'utilité de la greffe au collet, car la poussée osmotique est plus forte à ce niveau ; l'importance du moment de la journée où l'on opère, car la poussée osmotique varie dans le courant d'une même journée : elle est plus forte le soir ; de là la plus facile réussite du greffage effectué le soir.

Le rétablissement de la turgescence dans le greffon est une condition fondamentale de réussite. On ne peut évidemment greffer des parties de plantes qui sont incapables de reprendre leur turgescence ou qui n'en possèdent pas naturellement.

Or, d'après Krause et Sachs (1), il n'y aurait pas de tension dans le bourgeon. Ce serait seulement au fur et à mesure que progresse la cutinisation de l'épiderme et que commence l'épaississement des cellules libériennes que l'on voit apparaître nettement les tensions. S'il en est ainsi, on s'expliquerait facilement l'insuccès des greffes où l'on prend pour greffons des parties très jeunes, insuffisamment *aoûtées*, comme on dit vulgairement sans préciser ce que signifie ce terme.

En résumé, dans les greffes proprement dites les conditions extrinsèques de réussite sont, en plus des conditions de température, de maintien de vitalité des méristèmes et d'adhérence formulées aux conditions de réussite des greffes par rapprochement et qui sont identiques dans toutes les greffes proprement dites :

1° *Le maintien de la vie des deux plantes jusqu'à la réussite définitive* ;

2° *La possibilité pour le greffon de rétablir sa turgescence disparue à la suite de la section transversale.*

2. CONDITIONS INTRINSÈQUES.

Nous suivons ici l'ordre que nous avons adopté dans l'étude des conditions intrinsèques de réussite des greffes par rapprochement.

a. **Mode de cicatrisation.** — Il est évident que les greffes anatomiques ne pouvant s'effectuer dans les plantes incapables de régénérer leur tissus, on ne peut espérer d'aller plus loin, c'est-à-dire d'obtenir la réussite de la greffe physiologique. Aussi quand nous avons essayé les greffes en fente, en placage et les greffes anglaises des *Ruscus*, des Bambous, etc., avons-nous toujours abouti à un échec.

---

(1) Sachs : *Physiologie végétale*, p. 962 et suiv.

Il nous reste donc à voir comment se comportent les greffes entre plantes pouvant régénérer leurs tissus. Ces plantes, avons-nous dit, se divisent en plantes dépourvues de couche génératrice libéroligneuse et en plantes possédant cette couche génératrice.

α. *Plantes dépourvues de couche génératrice interne.* — Est-il vrai que ces plantes, qui comprennent la plupart des Monocotylédones et toutes les Cryptogames, ne peuvent se greffer ? Nous avons vu que la greffe par rapprochement est possible. En est-il de même des greffes proprement dites ?

Nous avons greffé en fente le Lis blanc sur lui-même, en opérant sur des tiges jeunes ; de même nous avons greffé le Glaïeul, le *Funckia cordata*, etc. Dans toutes ces greffes, la soudure anatomique s'est effectuée à l'aide de tissus parenchymateux, dans lesquels ne se différencie aucun vaisseau ligneux ou libérien, de sorte que la communication vasculaire ne se rétablit point entre la partie sujet et la partie greffon. Le transport des sèves et en particulier celui de la sève brute se trouve ainsi singulièrement entravé. Au bout d'un temps variable avec les conditions extérieures, la rupture d'équilibre entre l'arrivée et la sortie de l'eau finit par causer la mort d'une des parties ou des deux à la fois.

Le succès de la greffe anatomique n'entraîne donc point ici celui de la greffe physiologique, quoiqu'il s'agisse de parties d'une même plante.

Connaissant la cause de l'insuccès, il nous restait à chercher le moyen d'y remédier. Nous avons pensé à la greffe mixte. Remarquant que certaines Monocotylédones possèdent aux nœuds des racines aériennes qui suppléent à l'insuffisance de l'absorption des racines ordinaires, nous avons greffé ces plantes au-dessous du dernier nœud feuillé, prenant ainsi pour greffon une sommité de rameau, jeune mais aoûtée, possédant un nœud muni de racines aériennes.

Nous avons essayé plusieurs procédés : greffage en fente, greffage en approche, greffage anglais simple (1). Dans les premiers, l'étendue des contacts entre les tissus est ou moins considérable ou moins parfaite que dans le greffage anglais. Aussi la soudure a-t-elle été moins marquée dans la greffe en fente et dans la greffe en approche. Seule la greffe anglaise a parfaitement réussi sur la Vanille (Orchidées) et sur une Aroïdée frutescente du genre *Philodendron*. Ces greffes, effectuées en mai 1899, sont aujourd'hui fort bien reprises. Malgré la lenteur habituelle de leur végétation, les greffons ont poussé plusieurs feuilles et donné plusieurs entre-nœuds racinés. ils sont aussi avancés, aussi vigoureux que les témoins non greffés.

---

(1) Le greffage anglais simple consiste à entailler en biseau allongé le sujet et le greffon, et à réunir étroitement les plaies par une ligature.

Une telle réussite montre bien que l'insuccès de la greffe des Monocotylédones susceptibles de régénérer leurs tissus vient de l'insuffisance des communications vasculaires puisqu'elle devient possible lorsqu'un appareil d'absorption complémentaire vient suppléer la réduction de l'absorption dans les racines terrestres du sujet, réduction causée par le peu de développement de la greffe anatomique.

Comme cette réussite a été obtenue entre plantes dépourvues de couche génératrice libéroligneuse, il faut en conclure que cette couche n'est pas indispensable à la réussite des greffes quand le greffon peut trouver par ailleurs un moyen de parer à l'insuffisance de l'absorption du sujet.

β. *Plantes possédant une couche génératrice interne.* — La présence d'une couche génératrice interne est une sérieuse cause de réussite, puisque c'est elle qui fournit les vaisseaux cicatriciels d'union et qui rétablit ainsi l'absorption du greffon. Mais cette assise fonctionne avec plus ou moins d'énergie suivant les plantes.

Il est clair que, plus elle sera active dans une plante donnée, plus le greffage de cette plante sera facile à effectuer anatomiquement, Ainsi, dans les Choux où la couche génératrice est très active, l'union anatomique est beaucoup plus parfaite que dans le *Barbarea*, par exemple, où la couche génératrice fonctionne avec beaucoup moins d'énergie ; dans les Aubergines et les Tomates, la greffe réussit plus facilement que dans les Piments pour une raison semblable.

L'âge de la plante est à considérer sous ce rapport, ainsi que le démontre la facilité plus grande de la greffe des plantes jeunes, qui possèdent une couche génératrice bien plus active que les mêmes plantes à l'état adulte et surtout que les mêmes plantes très âgées.

L'étendue des contacts, et par suite la question opératoire, a, de concert avec l'âge des parties des plantes choisies comme sujet ou greffon, une énorme répercussion sur la perfection de la cicatrisation. C'est ainsi que, dans les arbres, la greffe des rameaux réussit facilement sur jeunes scions où les tissus morts sont plus rares, quand la greffe d'une branche sur sujet ligneux, où le duramen existe, réussit beaucoup moins bien.

Ces résultats montrent la grande importance de la couche génératrice libéroligneuse dans la reprise. Mais en faut-il conclure que deux plantes à couches libéroligneuses très actives devront fatalement se greffer entre elles, en un mot que la greffe physiologique est possible par le seul fait que la greffe anatomique réussit ? Évidemment non, et nous avons observé à cet égard deux exemples bien typiques.

Nous avons montré plus haut, dans l'étude de la greffe par rapprochement, que ce mode de greffage réussit parfaitement entre le Haricot et la Fève. La greffe aboutit à une union très intime des deux plantes qui communiquent non seulement par des tissus parenchymateux, mais encore par des vaisseaux cicatriciels bien développés. Une soudure aussi complète, amenée par le fonctionnement simultané des assises libéroligneuses du sujet et du greffon, faisait prévoir un succès pour la greffe proprement dite de ces deux plantes. Il n'en a rien été. Quels que soient les procédés de greffage essayés, la greffe proprement dite du Haricot et de la Fève a toujours échoué. Nous n'avons pu, malgré toutes les précautions les plus minutieuses prises dans le sevrage, transformer le rapprochement en une greffe proprement dite.

Le greffage ordinaire du Coignassier et du Cotoneaster ne réussit pas, mais si l'on opère par le procédé du greffage mixte, on obtient une pousse assez marquée du greffon, et de nombreux vaisseaux cicatriciels ne tardent pas à assurer la communication directe entre les deux plantes. Cette greffe, que nous espérions voir réussir, a échoué au moment des fortes chaleurs de l'été 1899.

Ces exemples prouvent nettement que la greffe anatomique, quelque parfaite qu'elle puisse être, n'entraîne point obligatoirement la réussite de la greffe physiologique. Il faut chercher ailleurs la cause de l'insuccès.

c. **Analogie.** — La greffe des plantes herbacées est plus instructive que la greffe des plantes ligneuses, car elle permet de faire varier plus facilement les conditions d'analogie et surtout d'en observer plus rapidement les résultats. Nous allons donc nous occuper surtout de la greffe herbacée et nous étudierons successivement l'analogie dans la structure, dans les contenus cellulaires et dans le mode de développement.

1° **Analogie de structure.** — L'analogie de structure concerne les écorces et le bois.

α. *Similitude des écorces.* — Nous emploierons ici le mot écorce au sens que lui donnaient les Anciens, c'est-à-dire que nous la considérerons comme s'étendant jusqu'à l'assise génératrice libéroligneuse et comprenant l'écorce au sens moderne et le liber.

Les Anciens attribuaient à la similitude des écorces une grande importance dans la reprise. L'expérience démontre que des plantes à écorces très différentes peuvent non-seulement être facilement rapprochées, mais que la soudure anatomique est suivie souvent d'une greffe physiologique parfaite.

Ainsi la différence est grande comme épaisseur, comme structure, entre les écorces du Carthame et du Soleil annuel ; entre celles du Soleil annuel et du Topinambour, et cependant leur greffe réussit. Très grandes aussi sont les différences entre l'épaisseur, la dureté et la forme des écorces d'une jeune tige de Chou et la racine tuberculeuse du Navet ; entre la racine tuberculeuse de la Carotte cultivée et celle du Fenouil ; pourtant ces plantes s'unissent parfaitement.

Les mêmes faits s'observent dans les arbres. La greffe réussit entre le Châtaignier et le Chêne, entre le Poirier et l'Épine blanche, entre le Poirier et le Coignassier, etc., malgré une différence marquée des écorces.

Si l'on se bornait à considérer l'écorce au sens moderne, son rôle serait plus réduit encore. Les couches corticales et l'épiderme ont si peu d'importance parfois sous le rapport de la réussite qu'une fois la reprise effectuée, ces tissus peuvent disparaître totalement à la suite d'une exfoliation péridermique profonde (greffe sur racines d'Ombellifères, de Composées, etc.).

β. *Similitude des bois.* — La similitude des bois a été indiquée par Duhamel du Monceau, qui la faisait consister dans la dureté, la densité et l'élasticité et la considérait comme importante tant pour la réussite que pour la durée des greffes. Plus récemment, M. Leroux a repris les données de Duhamel en essayant de les appliquer au greffage du pommier à cidre (1).

Le bois, dans la greffe, est surtout un facteur physiologique, car, au point de vue qui nous occupe, son rôle est avant tout de conduire la sève brute et sa dureté, sa densité, sa facilité plus ou moins grande à se rompre ou à se plier ont bien peu d'importance à cet égard ; on pourrait même dire qu'elles n'en ont pas du tout.

En effet, ce qu'il faut considérer, dans l'appareil conducteur, c'est surtout *l'aubier* puisque le *duramen* ou *cœur du bois* ne joue qu'un rôle conducteur extrêmement réduit. Il se trouve précisément que la dureté du bois est un caractère chimique du duramen ; il n'a donc point d'importance au point de vue de la conduction et par suite de la greffe.

Supposons que deux aubiers aient une dureté différente, facilement appréciable. Cela tiendrait surtout à ce que l'aubier le plus tendre serait formé par des vaisseaux plus larges, mais moins nombreux, que dans l'aubier le plus dur. Il est de toute évidence qu'au point de vue de la conduction, il peut y avoir compensation entre le nombre plus élevé des vaisseaux du bois dur et les vaisseaux plus rares mais plus larges du bois tendre.

Admettons que cette compensation n'existe point. On pourra quand même objecter que la structure du bois d'une espèce donnée varie avec l'âge, avec la nature du sol où elle vit, avec le climat, avec la sécheresse relative des saisons. A quel moment précis faudra-t-il choisir la dureté moyenne qui servira de critérium dans la greffe ?

---

(1) Voir *Journal de la Société d'Horticulture de France*, décembre 1899, p. 1209.

(*A suivre*).

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1894, 1895, 1896 ET 1897 *(Suite)*

ASCOMYCÈTES (*suite*)

Discomycètes

Levures. — La structure cytologique des levures a été l'objet de nombreux travaux parus dans ces dernières années; mais la question est complexe et bien des points restent encore à élucider. L'un des points les plus obscurs est relatif au noyau. Les cellules de levure ont-elles un noyau ou plusieurs noyaux? Quelle est la valeur morphologique de ce noyau? Quel rôle joue-t-il dans le bourgeonnement et dans la formation des spores?

Laissant de côté les recherches dejà anciennes de Nägeli et de Schleiden, on peut dire que c'est Schmitz le premier qui, en 1879, décela, à l'aide de colorants nucléaires, la présence dans les cellules de levure d'un corps pouvant être assimilé à un noyau. Ce résultat fut confirmé par les recherches successives de Strasburger, de Zalewski, de Hansen, de Zaccharias, de Zimmermann; mais il fut nié par Krasser (1885), qui observa de nombreux granules colorables, mais pas de noyau, et admit que le protoplasma de la cellule de levure possède de la nucléine diffuse. Plus tard Raum observa lui aussi, de nombreux granules et pas de véritable noyau. Mais, malgré les objections nouvelles de Krasser, deux mémoires successifs de Möller (1893) semblèrent établir que les cellules de levure ont un véritable noyau, lequel se divise par le mode direct, pour fournir des noyaux aux bourgeons et aux spores.

Cependant tout fut bientôt remis en question par un travail d'Hieronymus, qui reconnut dans le *Saccharomyces cerevisiae* de nombreux granules colorables disposés en file et formant une sorte de « filament central » analogue à celui des Cyanophycées. Malgré un important travail de Janssens (1893), qui admet l'existence, chez plusieurs levures, d'un noyau unique se divisant par le mode caryokinétique, la question du noyau des levures était encore assez obscure au commencement de l'année 1894.

M. Henneguy (1), M. Dangeard (2) observent un noyau avec une mince membrane nucléaire et un nucléole colorable.

M. Eisenschitz (3) apporte une notion nouvelle. En colorant au vert de méthyle des levures cultivées pendant un ou deux jours dans un milieu riche comme le moût de bière, il observe des granulations colorées, de nature chimique diverse, et dont les unes sont à l'intérieur, les autres à l'extérieur des vacuoles. L'auteur considère l'ensemble des granules et des vacuoles comme un noyau non encore complètement constitué. La cellule des levures serait alors une sorte d'archiplasma ; la nucléine diffuse dans le protoplasma serait, non le résultat d'une fragmentation du noyau, mais l'indice d'un noyau en voie de formation. Avec M. Eisenschitz, nous revenons, en somme, aux idées de Krasser.

Les observations de M. Curtis (4) sur une levure pathogène confirment cette manière de voir. Il en est de même d'un travail important de M. Macallum (5) qui a cherché en outre à expliquer les résultats différents des siens obtenus par les précédents auteurs, en particulier par Möller. Répétant les expériences de ce dernier sur les *Saccharomyces cerevisiae*, il retrouve les mêmes aspects que lui, en particulier le corps regardé comme un noyau ; mais par fixation au sublimé ou au liquide de Flemming, et traitement par l'hématoxyline, on constate que ce corps ne prend pas la matière colorante. Mêmes résultats avec le *S. Ludvigii*. D'autre part, Macallum observe qu'une substance colorable par les réactifs colorants du noyau existe disséminée dans toute la masse du protoplasma. La distribution, dans les cellules, de composés du fer assimilés, confirme ces résultats. Dans le *S. cerevisiae*, le fer est distribué sous forme de granules dans tout le protoplasma. Dans le *S. Ludvigii*, on le trouve surtout à la périphérie de chaque grosse vésicule quand il n'y a que peu de vésicules. Mais s'il y a de nombreuses vésicules, le cytoplasma semble teinté uniformément comme par la coloration à l'hématoxyline.

En somme, pour Macallum, il n'y a pas de noyau différencié dans les cellules de levure, mais bien de la nucléine diffuse dans le protoplasma.

Avec une note de M. Crato et un mémoire de M. Buscalioni (6), nous nous retrouvons dans le camp adverse, avec les partisans de l'existence d'un noyau. M. Buscalioni étudie avec grand détail le *S. guttulatus*. Le noyau au repos est un corps homogène. Au moment du bourgeonnement, il se divise amitotiquement, par simple étirement. Les deux noyaux-filles restent reliés par un mince filament jusqu'à ce que l'un d'eux ait passé dans le bourgeon. A la sporulation, le noyau se divise par un processus qui semble être une forme très réduite de caryokinèse.

---

(1) Henneguy : *Leçons sur la Cellule*, faites en 1893-94 au Collège de France, publiées en 1896.

(2) Dangeard : *Sur la structure histologique des levures et leur développement.* (Le Botaniste, 4e série).

(3) Eisenschitz : *Beiträge zur Morphologie der Sprosspilze.* Vienne 1895. *Ueber die Granulierung der Hefezellen.* (Centr. f. Bakt. und Parasit. I, 1896).

(4) Curtis : *Contribution à l'étude de la Saccharomycose humaine* (Ann. de l'Inst. Pasteur, 1896).

(5) Macallum : *On the distribution of assimilated iron compound other than haemoglobin and haematin in animal and vegetable cell.* (Quaterly Journ. of Micr. Sc., t. 38).

(6) L. Buscalioni : *Il Saccharomyces guttulatus Rob.* (Malpighia, anno X, 1896).

Dans un premier mémoire sur la question, M. Wager (1) relate, à propos du *S. cerevisiae*, des observations qui sont très analogues à celles de Buscalioni sur le *S. guttulatus*. Le noyau de cette levure est un corps sphérique homogène, situé entre la paroi cellulaire et la vacuole. Lors du bourgeonnement de la levure, il se porte vers l'isthme qui relie les deux cellules, s'y insinue et se coupe en deux moitiés par division directe. Au moment de la formation des spores, le noyau se divise en quatre noyaux-filles qui deviennent chacun le noyau d'une spore.

Frappé de ces résultats contradictoires, M. Bouin (2) entreprit l'étude cytologique d'un assez grand nombre de levures ; il a cherché à retrouver les aspects décrits par les précédents auteurs et à les expliquer de façon rationnelle. Au repos, les cellules de levure possèdent un noyau unique très net. Pendant la fermentation, ce noyau perd de sa netteté ; il se met en relation avec le cytoplasma en envoyant dans son intérieur des prolongements de moins en moins nets, au fur et à mesure qu'ils s'écartent du centre du noyau. C'est un des aspects que Möller avait entrevus ; il le décrivait comme celui d'un noyau doué de mouvements amiboïdes. Sous l'influence d'une concentration exagérée du milieu nutritif, ou d'un manque d'aliments minéraux, ou encore d'une élévation de température, les cellules de levure augmentent de volume et deviennent plurinucléées. Si le nombre des noyaux est considérable dans chaque cellule, ceux-ci sont petits et on s'explique ainsi les observations de Krasser, Hieronymus, Eisenschitz, Macallum, Curtis. Les granules de ces auteurs représentent, pour M. Bouin, le noyau morcelé par de nombreuses bipartitions non suivies de divisions cellulaires. Dans le bourgeonnement le noyau se divise le plus souvent par voie directe. Mais, quelquefois pendant la formation du bourgeon et toujours pendant la formation des spores, la division se fait par un mode rappelant le mode caryokinétique, avec toutefois absence de segmentation en chromosomes et scission de ceux-ci.

L'effort méritoire tenté par M. Bouin pour mettre quelque clarté dans l'obscure question de la structure des levures valait d'être noté avec détail. Disons toutefois qu'un mémoire plus récent de M. Wager (3) apporte des éléments tout à fait nouveaux à la question, et permet d'expliquer tout autrement les observations si dissemblables faites par les auteurs antérieurs. Bien que le travail du cytologiste anglais soit postérieur à l'époque à laquelle la présente Revue est consacrée, nous croyons devoir en donner ici une analyse détaillée, car ce mémoire est de première importance et semble devoir clore l'ère des controverses.

---

(1) Wager : Annals of Botany, 1897.

(2) Bouin : *Contribution à l'étude du noyau des levures*. (Archives d'Anatomie microscopique t. I, 1897, p. 435).

(3) Wager : *The nucleus of the Yeast-Plant* (Annals of Botany, vol. XII, 1898).

M. Wager fixe le contenu des cellules à l'aide du sublimé; il lave à l'eau et à l'alcool, puis colore. De nombreux mélanges colorants ont été employés: fuchsine et vert de méthyle, vert de méthyle et éosine, hématoxyline, safranine, violet de gentiane, fuchsine et bleu de méthylène, fuchsine-carbol, carmin et nigrosine, regina-violet: les résultats obtenus se contrôlent mutuellement.

Dans le *Sacch. cerevisiae*, l'appareil nucléaire de la cellule de levure, c'est-à-dire l'ensemble de tout ce qu'on peut considérer comme remplissant la fonction de noyau, comprend d'abord ce que M. Wager appelle le *corps nucléaire:* c'est le corps colorable que Schmitz, Hansen, Möller ont considéré comme le noyau. Chaque cellule de levure renferme un, rarement deux, de ces corps nucléaires, sauf au moment du bourgeonnement et de la sporulation. Le corps nucléaire semble être l'homologue du nucléole des noyaux des végétaux supérieurs. Fréquemment il est entouré de granules qui masquent plus ou moins sa présence ; ce sont les granules observés par Hieronymus. Certains de ces granules semblent être en relation de nutrition avec le corps nucléaire, et leur nature paraît être oléagineuse. Les autres sont de nature protéique.

Outre le corps nucléaire, la cellule de levure présente une vacuole renfermant des éléments chromatiques ; Wager la dénomme *vacuole nucléaire*. La substance chromatique s'y trouve sous forme de granules, parfois de réseau, parfois de masse irrégulière reliée à la paroi de la vacuole par des filaments fins. La vacuole nucléaire n'est nettement visible que dans les toutes premières heures de la fermentation; plus tard se forment des vacuoles glycogéniques, qui n'ont ni la même structure ni le même rôle. A mesure qu'avance la fermentation, la vacuole nucléaire disparaît, laissant seulement son réseau granulaire en contact avec le corps nucléaire. Si ce réseau est à quelque distance du corps nucléaire, il lui est toujours relié par des cordons se colorant de façon intense par les réactifs nucléaires.

Les autres espèces de levure étudiées par M. Wager, *S. Ludwigii*, *S. pastorianus*, lui ont fourni les mêmes résultats d'ensemble.

Les conclusions de ces importantes recherches sont les suivantes :

Toutes les cellules de levure renferment un *appareil nucléaire.* Dans les premiers stades de la fermentation, cet appareil comprend un *nucléole* (noyau des auteurs), en contact avec une *vacuole* renfermant un réseau chromatique granulaire de structure analogue au réseau chromatique des noyaux des plantes supérieures. Aux stades ultérieurs de la fermentation, la vacuole chromatique peut disparaître, et sa place est occupée par un réseau granulaire ou un certain nombre de granules chromatiques qui sont ou disséminés dans le protoplasma ou groupés autour du nucléole

Le nucléole existe dans toutes les cellules. Il semble être un corps homogène, mais peut paraître granulaire à cause des granules qui l'entourent.

Dans les jeunes cellules, on trouve souvent de nombreuses vacuoles chromatiques. Elles semblent se fusionner pour former la vacuole unique qu'on observe au début et quelquefois dans la suite de la fermentation.

Lors du bourgeonnement de la cellule, l'appareil nucléaire ne manifeste aucun stade défini de caryokinèse. Le nucléole se divise directement en deux parties égales ou subégales ; il se fait de même une division de la vacuole chromatique, du réseau ou de la masse des granules. C'est généralement dans le col du bourgeon que le nucléole se divise, plus rarement dans la cellule-mère.

A la sporulation, la chromatine disséminée à travers le protoplasma s'absorbe plus ou moins complètement dans le nucléole, qui se divise alors en deux par élongation et constriction. Durant la division, des granules fortement colorés (chromosomes ?) apparaissent entourés d'une substance moins colorée qui reste un certain temps pour relier les deux nucléoles-filles l'un avec l'autre. Peut-être y a-t-il là un stade intermédiaire de caryokinèse. Par des divisions ultérieures, il se fait quatre nucléoles ou plus ; chacun est entouré d'une masse de protoplasma munie d'une mince membrane, et ainsi les spores sont formées, libres au milieu du reste du protoplasma.

Les spores, d'abord petites, s'accroissent rapidement en grosseur ; le protoplasma environnant s'épuise, jusqu'à ce qu'à maturité elles remplissent totalement la cellule mère.

Il est une question, relative aux levures, qui préoccupe toujours vivement les biologistes. Les *Saccharomyces* et formes voisines constituent-ils un groupe botanique autonome, ou bien les levures ne sont-elles toutes que des formes de végétation d'autres champignons ? Les deux manières de voir ont eu, pendant ces dernières années, d'ardents champions.

Conformément aux idées anciennes de Reess et De Bary, M. Hansen et son école considèrent les levures véritables (définies par la faculté de produire des endospores) comme des champignons indépendants. Brefeld et ses élèves, au contraire, frappés du nombre considérable de formes-levures que présente la végétation de champignons supérieurs ou inférieurs, sont portés à voir dans les *Saccharomyces* des états de développement d'autres champignons ; mais jusqu'à l'année 1895, cette dernière opinion est restée pour ainsi dire toute théorique, nul observateur n'ayant assisté à la genèse d'un *Saccharomyces* véritable en partant d'un autre champignon, ni au retour d'une vraie levure à une forme filamenteuse définie.

En 1895, à la suite des recherches d'un Japonais, Takamine, sur l'*Aspergillus oryzæ*, organisme qui concourt à la fabrication du *saké*, boisson japonaise obtenue par fermentation alcoolique du riz, M. Juhler (1) annonce qu'il a obtenu la transformation de l'*A. oryzæ* en une levure véritable, capable de produire la fermentation alcoolique; mais M. Wehmer (2), répétant les mêmes expériences sur des échantillons authentiques, n'arrive pas au même résultat; il ne voit aucune formation de cellules de levure à partir de l'*Aspergillus*.

Sur ces entrefaites, M. Jörgensen (3) publie ses observations sur les levures de vin et leur relation avec des Champignons voisins des *Dematium*. D'après cet auteur, la forme *Dematium* recueillie sur des grains de raisin et cultivée sur le même milieu à 30-35°, donne d'abondantes formes-levures : c'est ce qu'avait déjà observé Pasteur. Portées sur du moût à 25°, certaines de ces cellules gardent leur végétation en levure: elles ont les caractères des *Torula*, c'est-à-dire des levures non endosporées. Mais reportées à nouveau sur des grains de raisin, et maintenues cette fois à 20°, on voit ces cellules donner des filaments botrytoïdes dont certains articles ne tardent pas à former des spores endogènes. Ces spores sont capables de germer à la façon des spores de levure et donnent un *Saccharomyces* à développement typique. M. Jörgensen n'a pas pu remonter de la Levure ainsi obtenue au *Dematium* originel ni à aucune autre forme filamenteuse ; il admet que les générations ultérieures sont fixées, que le *Dematium* s'est, dans ces conditions, transformé en *Saccharomyces* sans qu'il y ait possibilité de retour en arrière. Ultérieurement M. Jörgensen (4) a fait des observations analogues sur l'*Aspergillus oryzæ* et sur une moisissure du type *Oidium*. M. Sorel (5) est arrivé au même résultat, par d'autres moyens, en opérant aussi sur l'*Aspergillus oryzæ*.

Mais deux élèves de M. Hansen, MM. Klöcker et Schiönning (6), se sont élevés avec vigueur contre la manière de voir et les expériences de M. Jörgensen. Ils ont répété les expériences de Takamine, de Juhler, de Jörgensen, de Sorel, en se plaçant autant que possible dans les conditions mêmes réalisées par les auteurs ; ils ont étendu le champ de leurs observations sur un groupe assez nombreux de moisissures qu'on pourrait croire susceptible de se transformer en levures : dans aucun cas ils n'ont obtenu la transformation indiquée. Ils admettent que les recherches de Jörgensen et autres ont dû porter sur des cultures impures, et ils déclarent qu'il n'existe pas, à l'heure actuelle, de *méthode* permettant d'amener les moisissures à développer des *Saccharomyces*. En guise de conclusion, les auteurs danois énoncent que : jusqu'à aujourd'hui il n'y a pas un seul fait dénotant que les Saccharomycètes soient des phases d'évolution d'autres champignons ; que toutes les assertions avancées jusqu'ici à cet égard sont inexactes ; qu'il est vraisemblable de croire que, au même titre que les Exoascées, les Saccharomycètes sont des organismes indépendants.

---

(1) Juhler : *Ueber die Umbildung des* Aspergillus oryzæ *in einen Saccharomyceten* (Centr. f. Bakt. 2e Abth. 1895, p. 16 et p. 326).

(2) Wehmer : Aspergillus oryzæ, *der Pilz der japanischen Saké-Brazerei. Sakébrauerei und Pilzverzuckerung* (Centr. f. Bakt. und Paras. 2e Abt. 1895, nos 4 à 6, 15-16).

(3) Jörgensen : *Der Ursprung der Weinhefen* (Centr. f. Bakt. 2e Abt. 1895 p. 321) *Ueber Ursprung der Alkoholhefen* (Ber. d. gärungsphys. Labor. von Jörgersen, I, Copenhague, 1895) : on trouvera une analyse détaillée de ces travaux dans les Annales de l'Institut Pasteur, t. IX, 1895, p. 776.

(4) Jörgensen : Centralbl. f. Bakt., 1896, p. 41.

(5) Sorel : *Étude sur l'Asp. oryzæ* (C. R. t. 121, 1895, p. 948).

(6) Klöcker et Schiönning : *Que savons-nous de l'origine des* Saccharomyces ? Résumé du Compte-rendu des travaux du Laboratoire de Carlsberg. Vol. 4, fasc. 2, 1896). On y trouve l'historique de la question.

Les recherches de divers observateurs, **Wehmer** (1), **Kosai** et **Yabe** (2), **Seiter** (3) confirment cette manière de voir.

M. **Hansen** (4), poursuivant ses recherches sur la physiologie et la morphologie des ferments alcooliques, vient de consacrer un mémoire à la vitalité de ces micro-organismes à la suite d'une dessiccation des cultures, et à leur variation dans les milieux nutritifs et à l'état sec. On trouvera dans ce travail de fort intéressants renseignements sur la résistance à la dessiccation des *Saccharomyces*, des *Mucor*, etc., dans des conditions déterminées.

M. **Beijerinck** (5) a décrit une Levure dont l'asque renferme huit spores ; l'auteur la nomme *Schizosaccharomyces*.

En passant, l'auteur signale avoir obtenu dans le *Saccharomyces apiculatus* une formation d'ascospores. Ce fait serait nouveau, aucun auteur, depuis Reess qui a décrit l'espèce, n'ayant pu produire les spores de ce champignon, qu'on rangeait avec doute dans le genre *Saccharomyces*. M. **Klöcker** (6) n'a pas réussi à vérifier le fait, qui ne semble pas en somme parfaitement établi. La levure apiculée devrait donc quitter le genre *Saccharomyces* pour prendre place dans le genre *Torula*.

---

(1) Wehmer, *loc. cit.*

(2) Kosai und Yabe : *Ueber die bei der Sakébereitung beteiligten Pilze* (Centr. f. Bakt. 2e Abt. 1895, p. 619).

(3) O. Seiter : *Studien über die Abstammung der Saccharomyceten* (Bayer. Brauer-Journal. VI, 1896, p. 145).

(4) Hansen : *Recherches sur la physiologie et la morphologie des ferments alcooliques* (Ann. de Micrographie, t. X, 1898, p. 305).

(5) Beijerinck : *Schizosaccharomyces octosporus, eine achtsporige Alkoholhefe* (Centr. f. Bakt. und Paras., t. XVI, 1894, p. 49).

(6) Klöcker : *Recherches sur les Saccharomyces Marxianus, S. apiculatus et S. anomalus* (Résumé du C. R. des travaux du Lab. de Carlsberg. Vol. IV, 1895).

Sur les caractères et les propriétés des *Torula* comparés aux levures ascosporées ou *Saccharomyces*, on peut consulter un mémoire de J. Bay (1) ainsi que le traité général de M. Jörgensen (2) où l'on trouvera d'abondants renseignements sur les levures et les autres ferments alcooliques, avec une bibliographie très complète.

Signalons encore diverses notes, de MM. Nielsen (3), Schionning (4) Swan (5) et Aderhold (6).

L'étude physiologique des levures et les fermentations ont donné lieu à de nombreuses recherches dont l'analyse ne saurait trouver place ici. Parmi les ouvrages ou mémoires de langue française relatifs à ces questions, on pourra consulter :

Bourquelot. *Les ferments solubles.* Paris, 1896. — Bochiccio. *Contribution à l'étude des fermentations de la lactose.* (Ann. de Micrographie, VI, 1894). — Boullanger. *Action des levures de bière sur le lait* (Ann. Inst. Pasteur, t. XI, 1897). — Duclaux. *Le pouvoir ferment et l'activité d'une levure* (id., t. X, 1896). — Effront. *Accoutumance des ferments aux antiseptiques,* etc. (C. R. Ac. Sc. t. 119, 1894). — Guichard. *Composition et analyse de la levure* (Bull. Soc. chimiq. de Paris, t. XI, 1894). — Hautefeuille et Perry (*Contribution à l'étude des levures* (C. R. Ac. Sc., t. 118, 1894). — Mann. *Action de certaines substances antiseptiques sur la levure* (Ann. Inst. Past. t. 8, 1894, p. 785). — Kayser — *Levures de vin* (Ann. Inst. Past., t. X, 1896). — *Les Levures*, Paris, 1896, — *etc., etc.*

Une étude de première importance sur la physiologie des levures est encore celle d'Ed. Buchner (7). Cet auteur a montré qu'il existe, à l'intérieur des cellules de levure, une diastase, qu'on en peut extraire après avoir déchiré, par des procédés mécaniques, la membrane cellulaire.

---

(1) J. Bay : *Is the red Torula a genuine Saccharomyces* (Centr. f. Bakt. und Paras. II, 1896).

(2) Jörgensen : *Les microorganismes de la fermentation*, trad. franc. 1894. 2ᵉ édit. 1899.

(3) Nielsen : *Sur le développement des spores* du Sacch. membranæfaciens, *du* S. Ludvigii *et du* S. anomalus (C. R. d. Medd. fra Carlsberg, 1894)

(4) Schiönning : *Nouvelle et singulière formation d'asques dans une levure* (Id. 1895).

(5) Swan : *On the endospore Formation and general Description of a red yeast.* (Centr. f. Bakt. 2 Abt. II 1896).

(6) Aderhold : *Untersuchungen über reine Hefen* : III Theil. *Die Morphologie der deutschen S. ellipsoideus-Rassen* (Landw. Jahrb. herausg. v. Thiel. Berlin 1894.

(7) Ed. Buchner. *Alkoholische Gärung ohne Hefezellen* (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch., t. XXX, fasc. 1 à 9, Berlin 1897), analysé dans les Annales de l'Inst. Pasteur, t. XI.

Cette diastase peut, *in vitro*, en l'absence de toute cellule vivante de levure, faire fermenter alcooliquement le sucre. Il est donc ainsi démontré que la fermention alcoolique normale se fait par le jeu d'une diastase, que cette diastase, secrétée par les cellules de levure, reste localisée dans leur intérieur et qu'elle n'est pas émise dans le liquide ambiant. C'est là une notion biologique nouvelle et d'un grand intérêt.

(*A suivre*). L. Matruchot.

425 — Lille Imp Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin

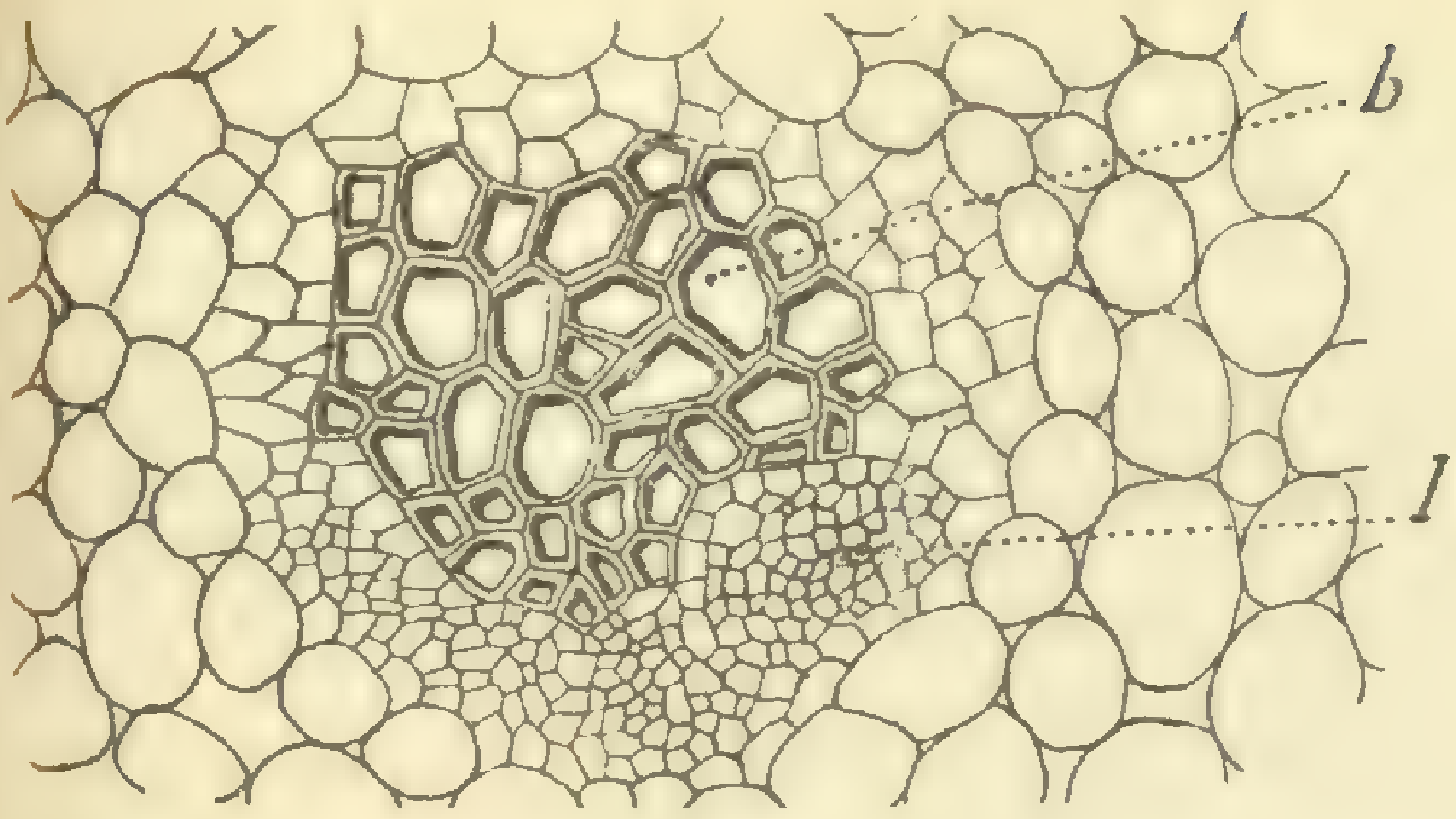


Fig. 18

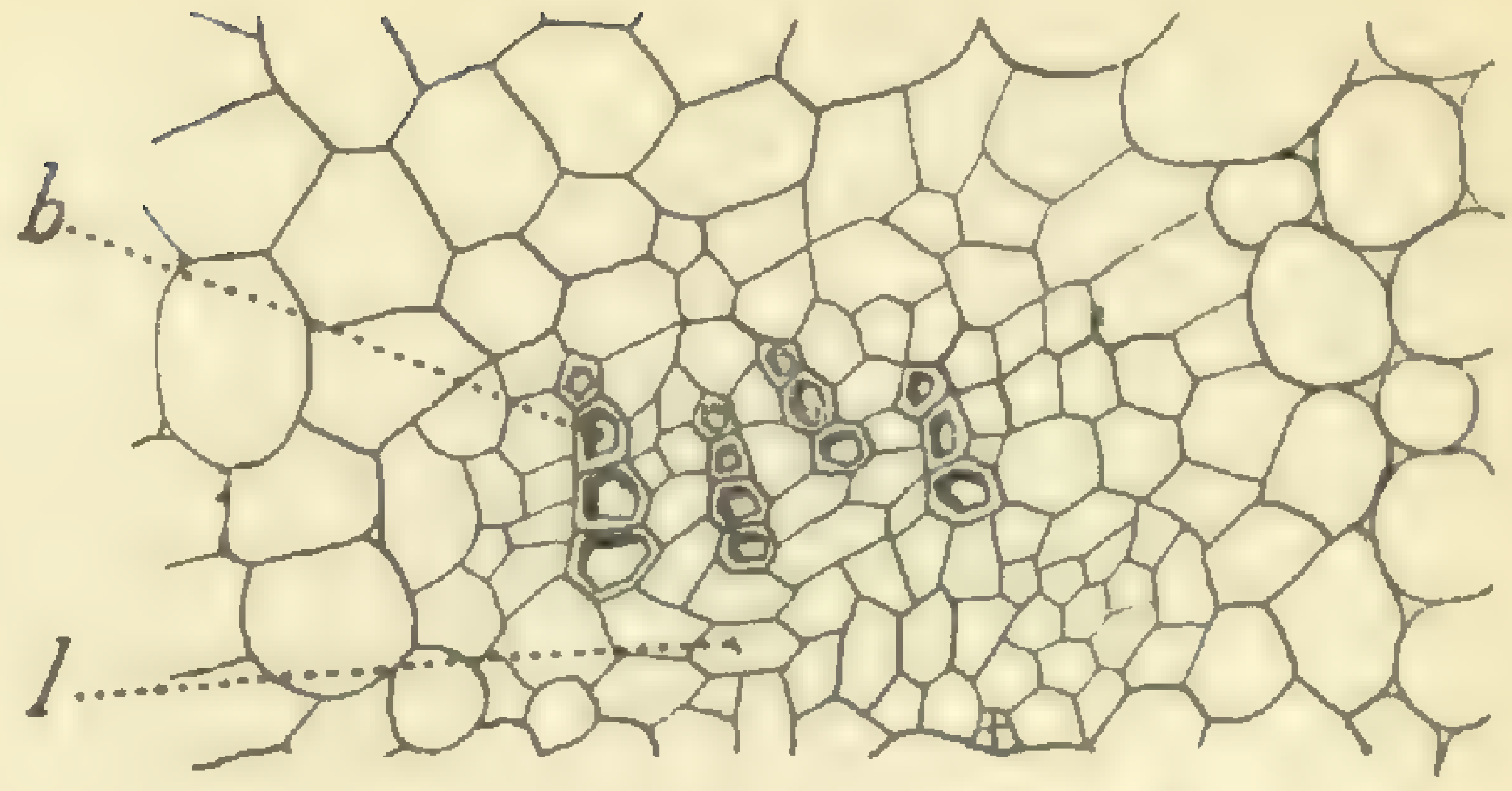


Fig. 20

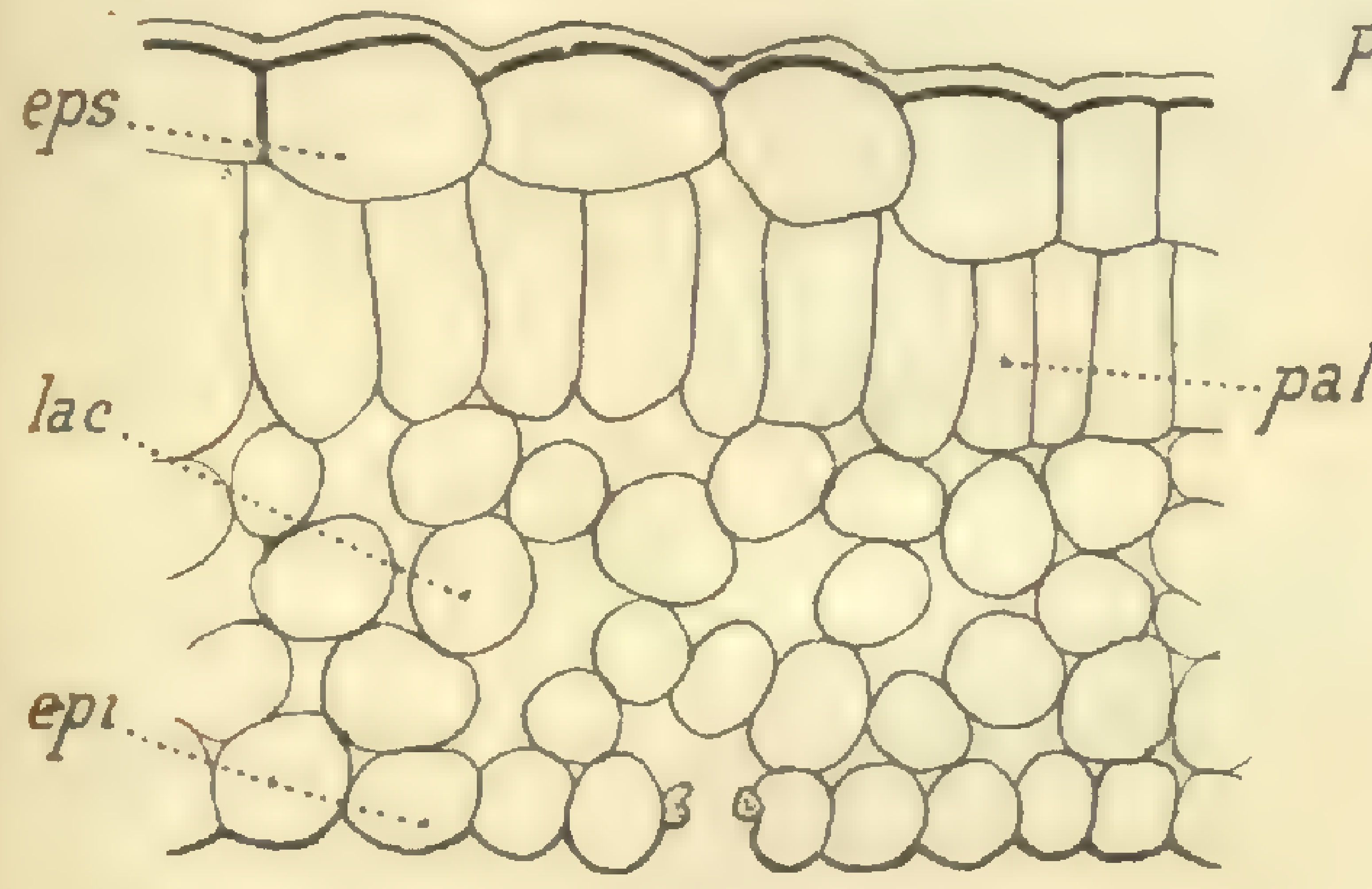

eps
lac
pal
epi

Fig. 19

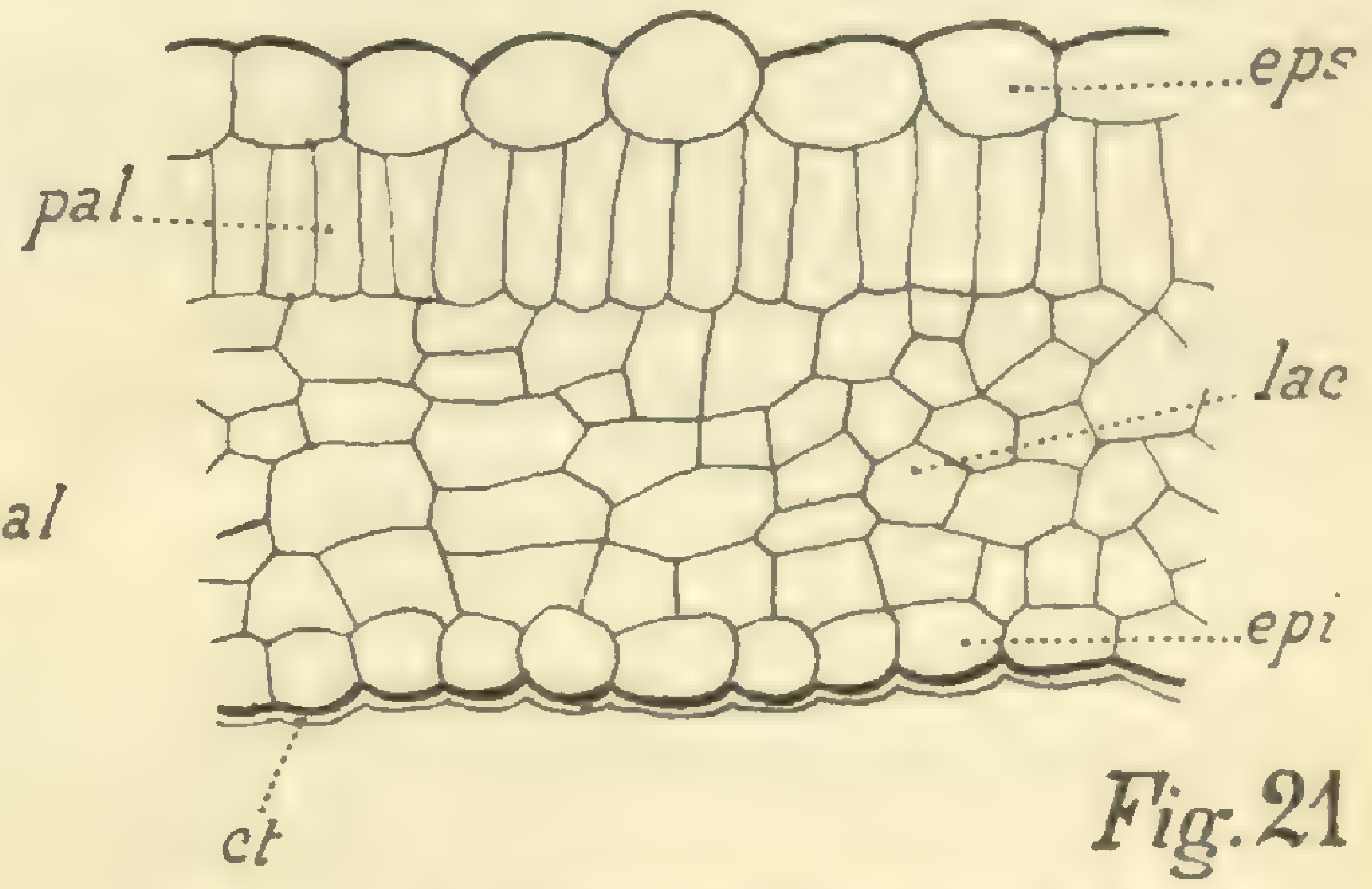

eps
pal
lac
epi
ct

Fig. 21

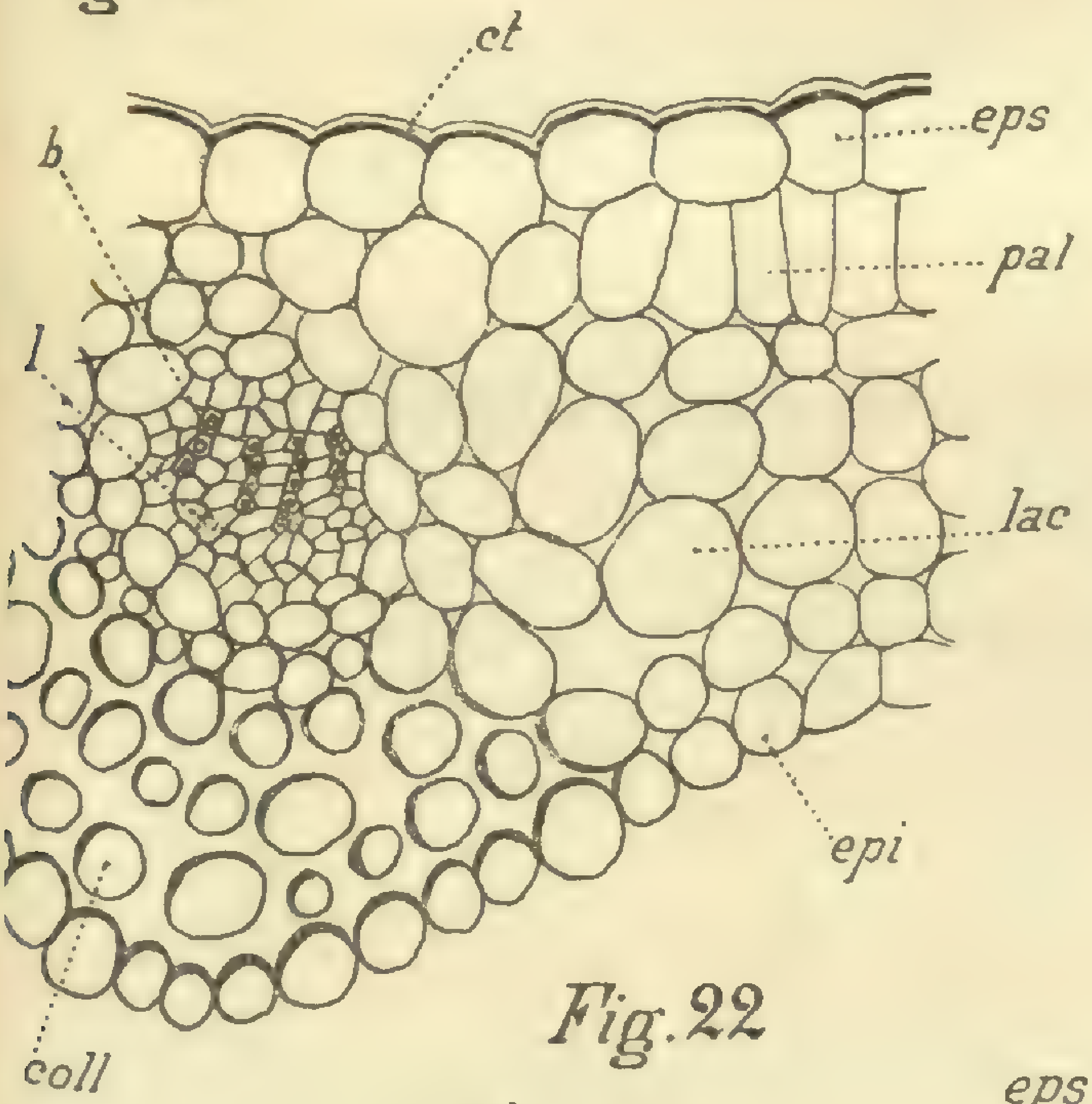

ct
b
eps
pal
l
lac
epi
coll

Fig. 22

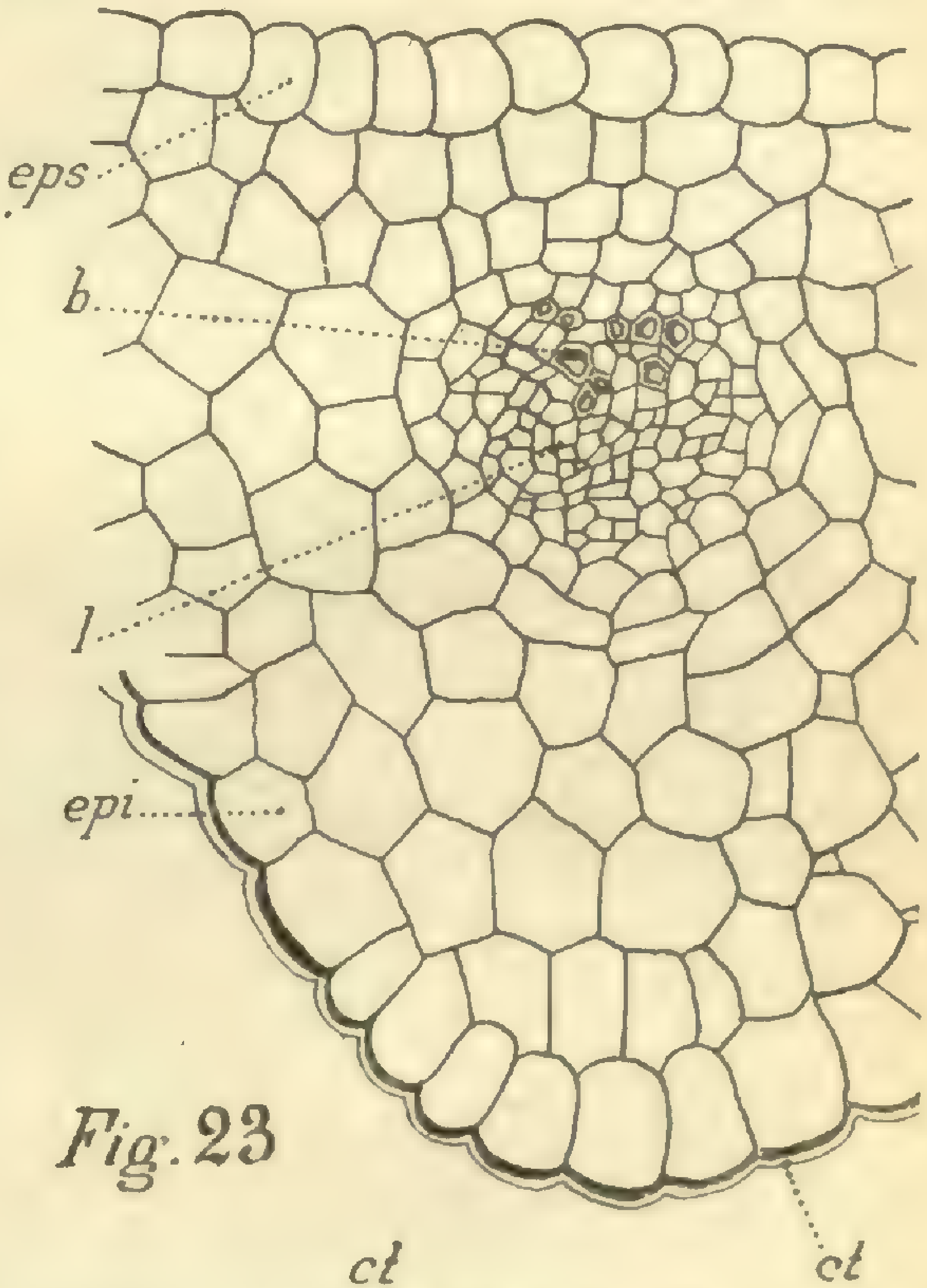

eps
b
l
epi
ct

Fig. 23

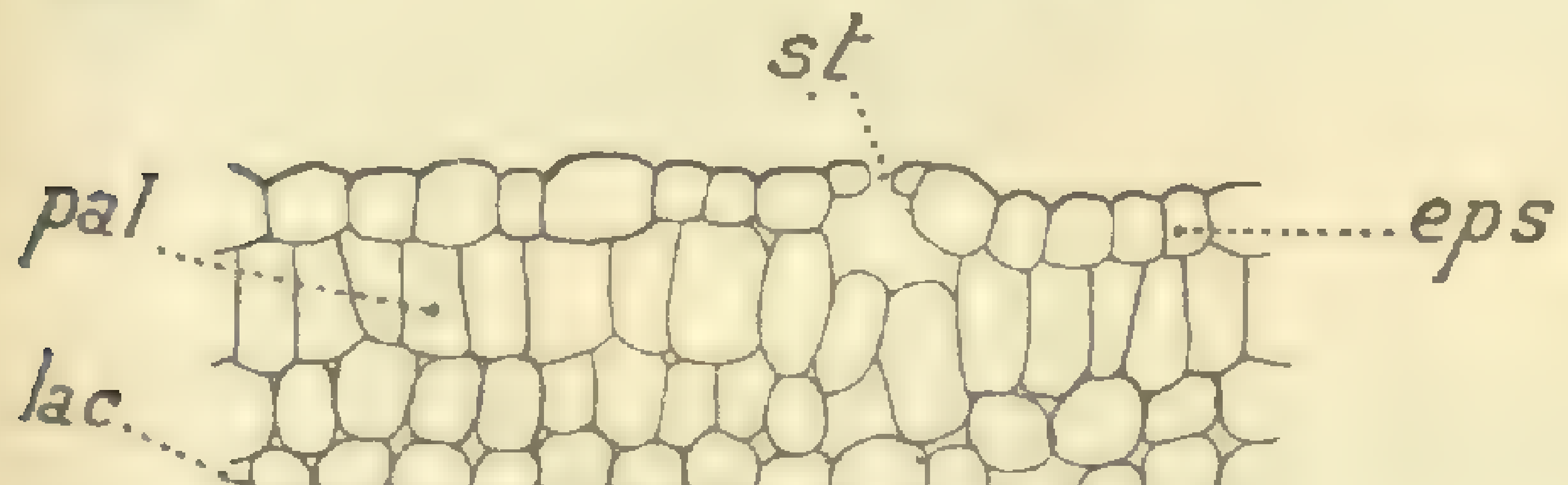

st
pal
eps
lac
epi

Fig. 24

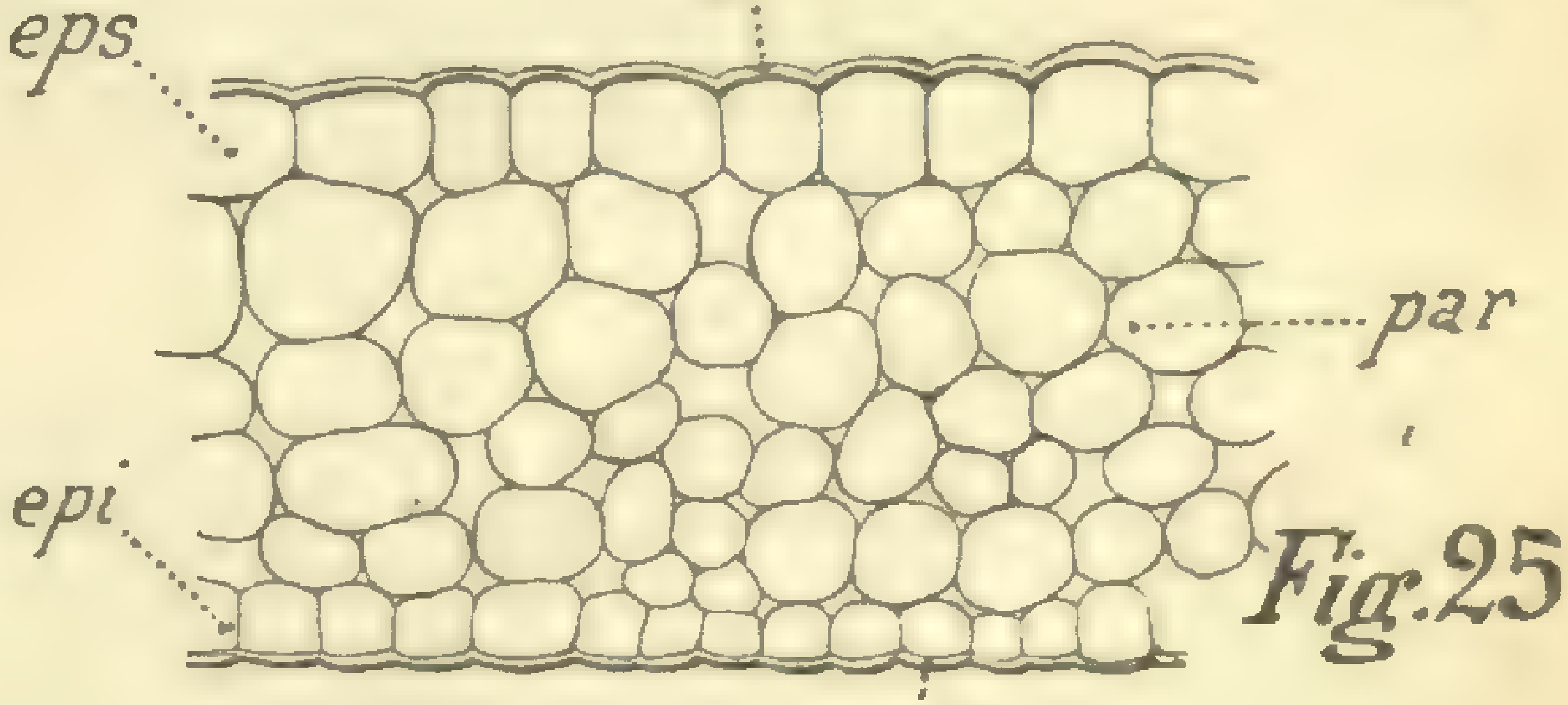

ct
eps
par
epi
ct

Fig. 25

Thomas del. Imp. Le Bigot. Bertin sc.

Anatomie expérimentale des feuilles souterraines.

Glechoma hederacea (18 à 21)
Lysimachia Nummularia (22 et 23). — *Veronica officinalis* (24 et 25)

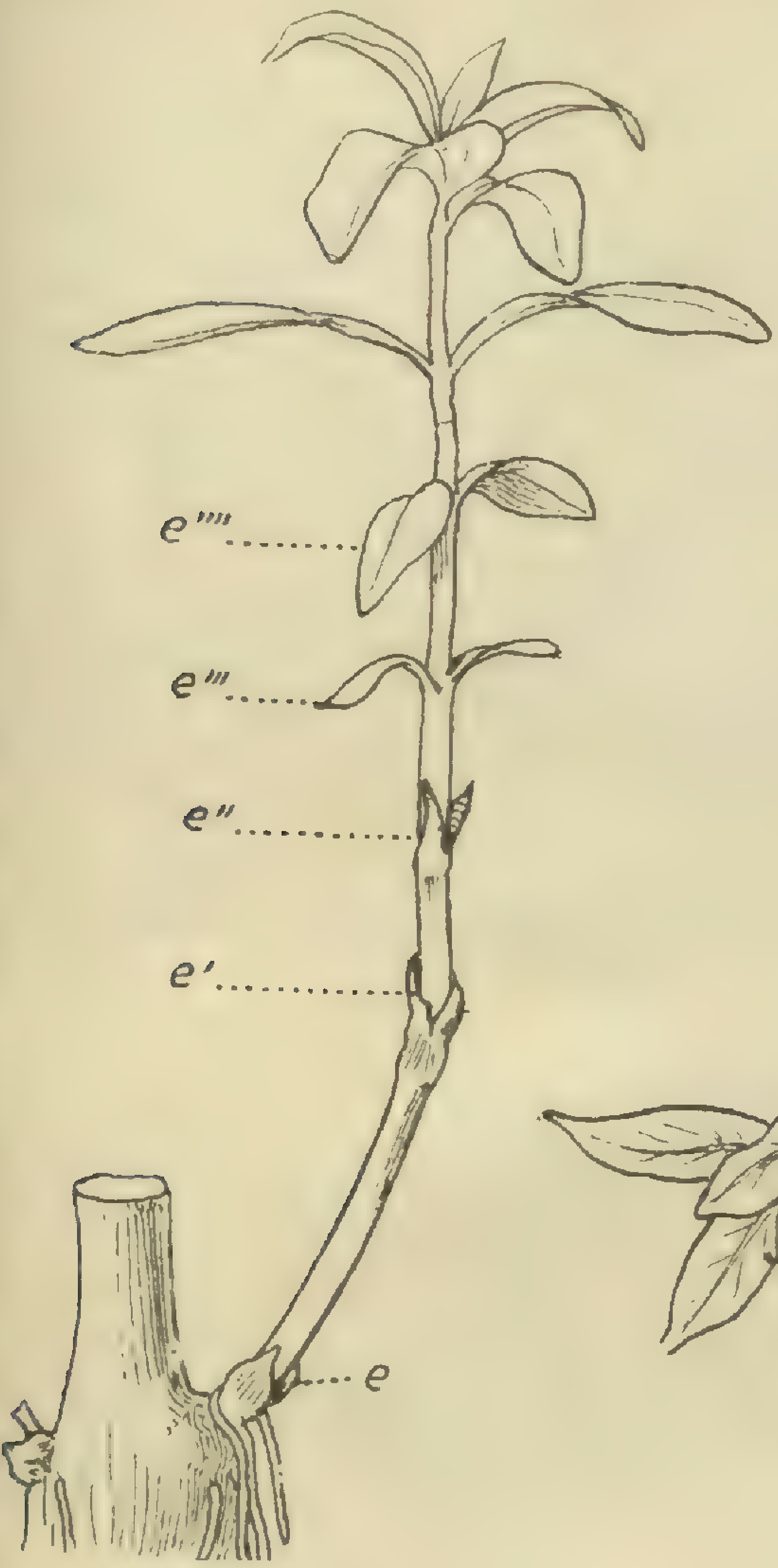


Fig. 27

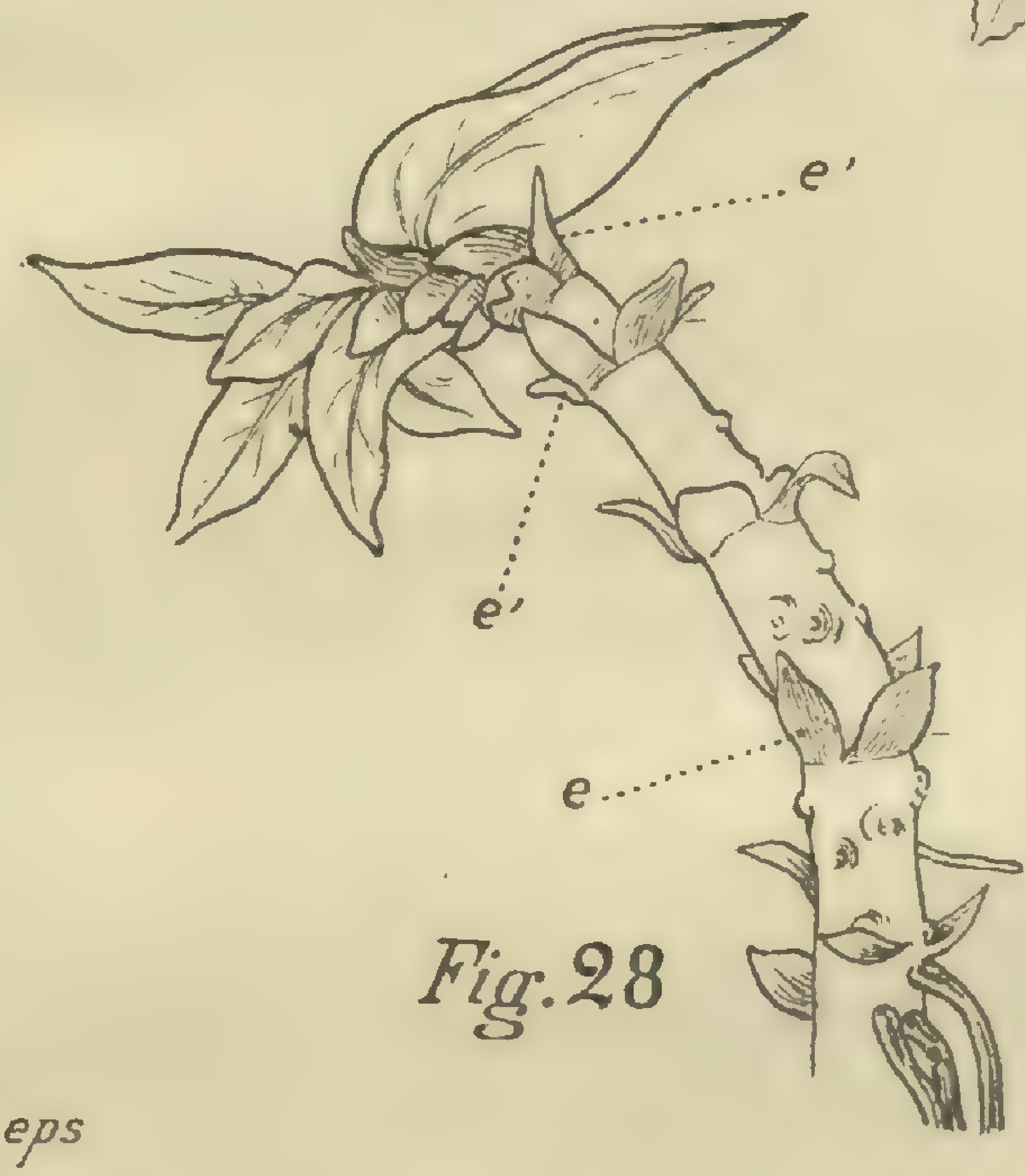


Fig. 28

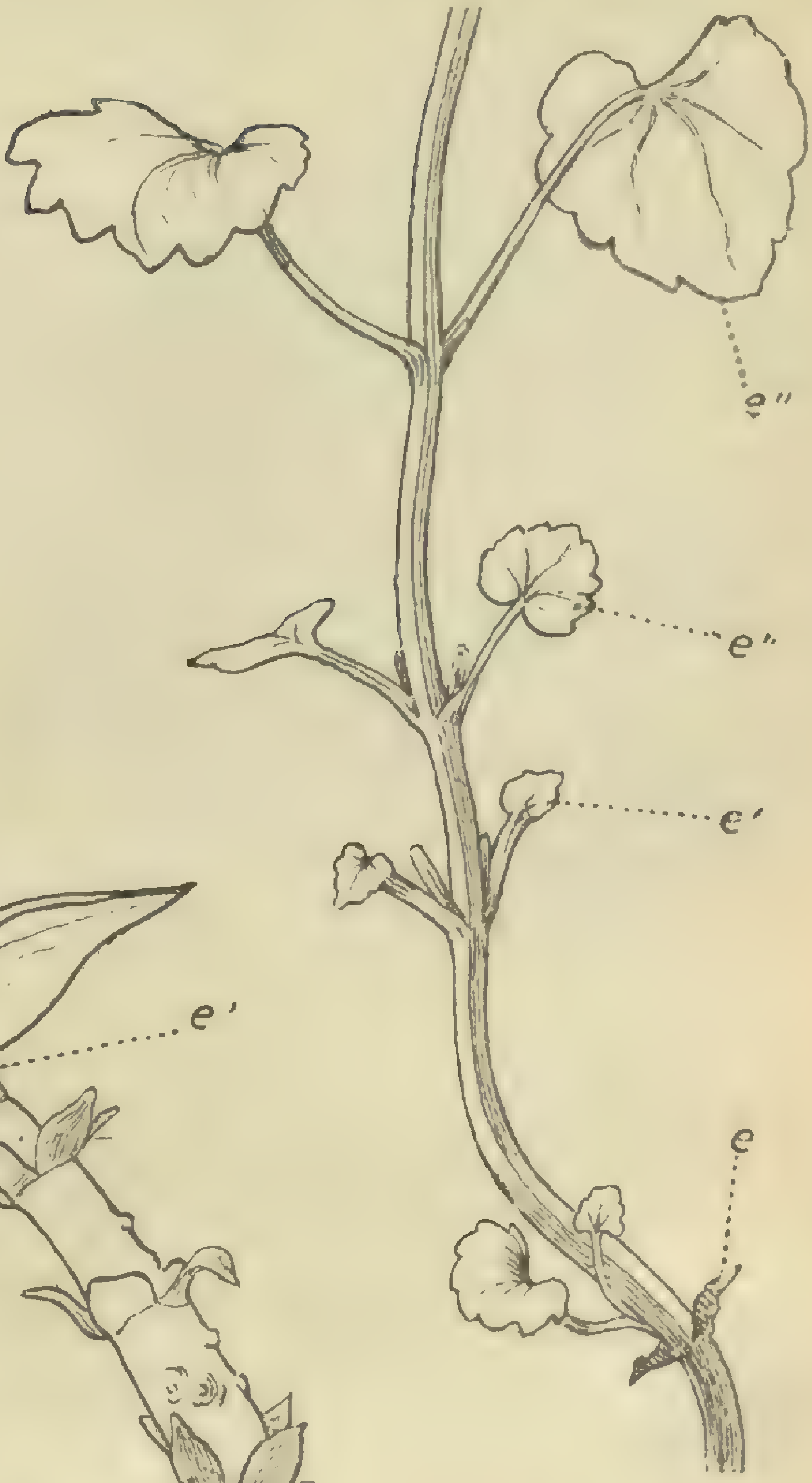


Fig. 26

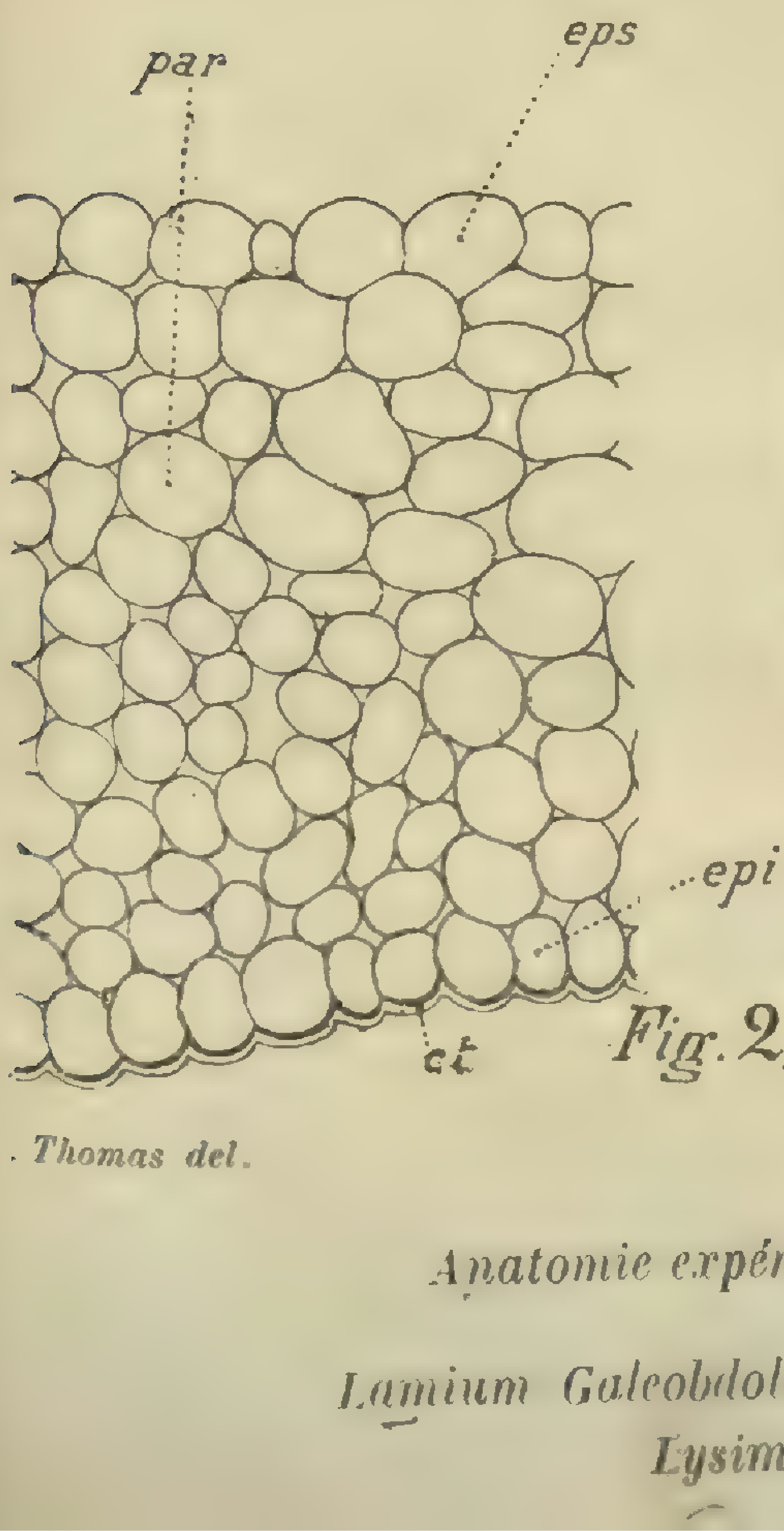

par
eps
epi
ct

Fig. 29

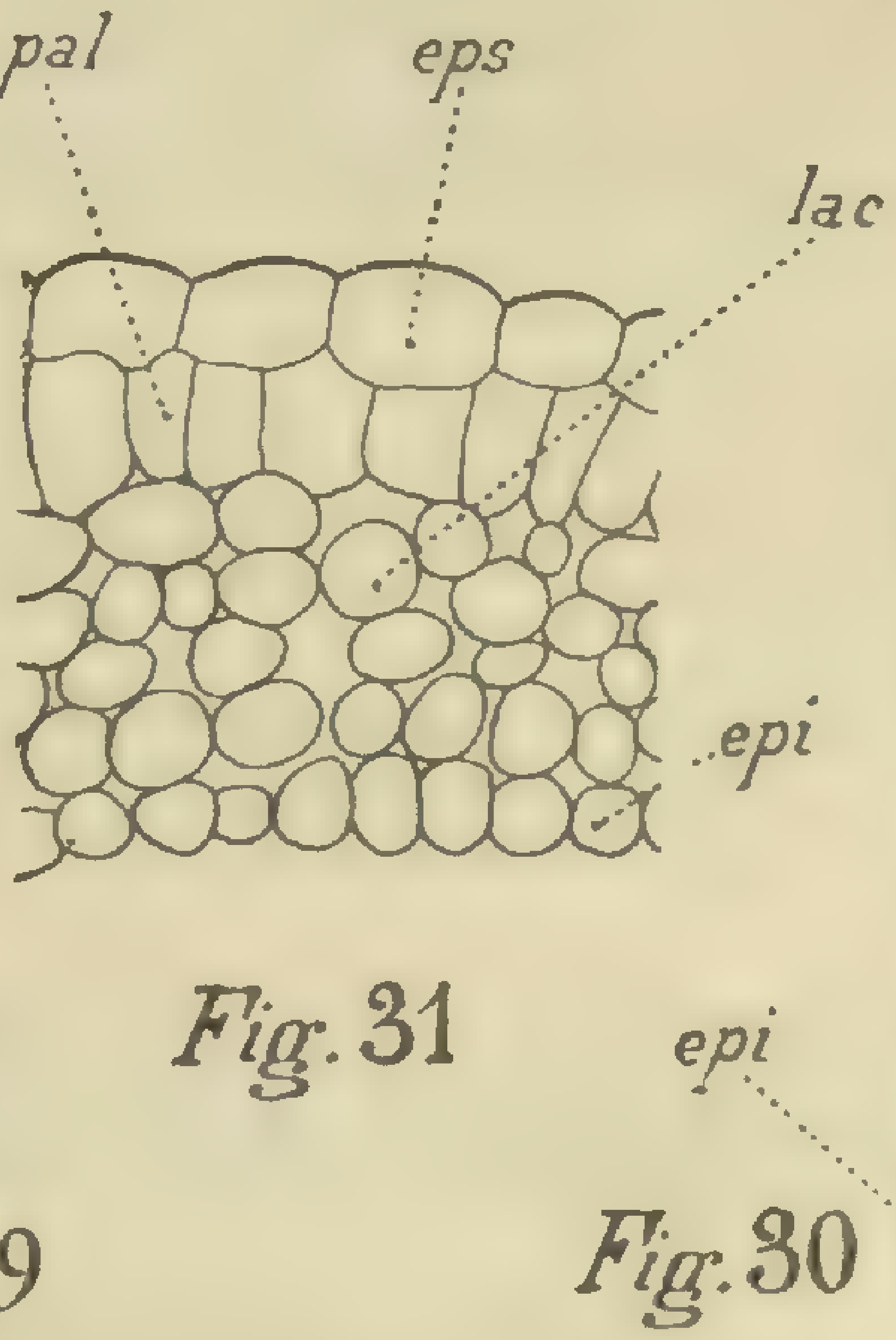

pal
eps
lac
epi

Fig. 31

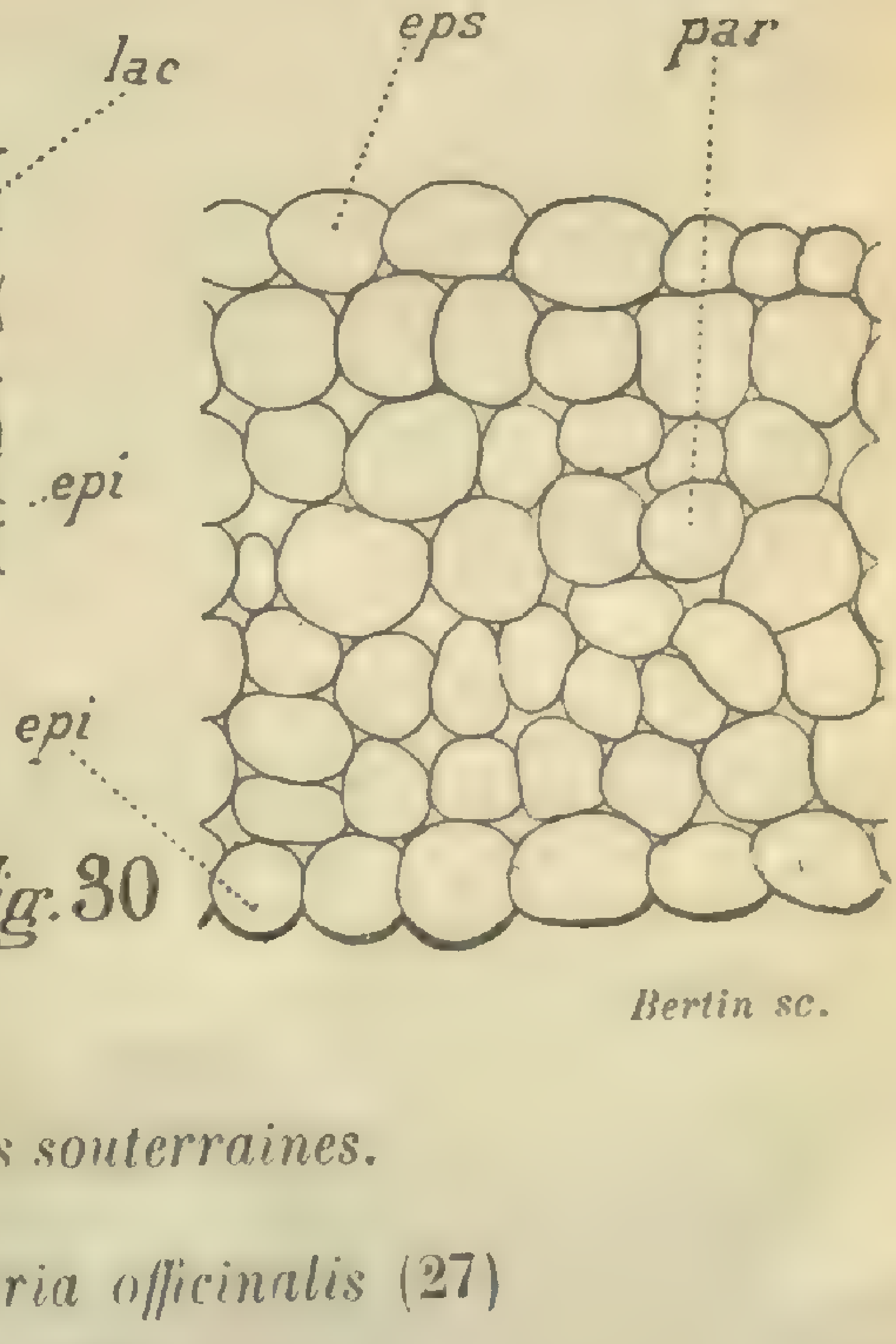


Fig. 30

Thomas del.

Imp. Le Bigot.

Bertin sc.

Anatomie expérimentale des feuilles souterraines.

Lamium Galeobdolon (26). — Saponaria officinalis (27)
Lysimachia vulgaris (28 à 30)

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à **M. Paul DUPONT, 4**, rue du **Bouloi**, à **Paris**.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

DIE
MUTATIONSTHEORIE
VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN
ÜBER DIE
ENTSTEHUNG VON ARTEN IM PFLANZENREICH

VON

HUGO de VRIES
PROFESSOR DER BOTANIK IM AMSTERDAM

ERSTER BAND
ERSTE LIEFERUNG

MIT ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN UND VIER FARBIGEN TAFELN

LEIPZIG, VERLAG VON VEIT ET COMP., 1901.

Ankündigung

« Die Mutationstheorie » wird zwei Bände umfassen, die im Laufe der nächsten zwei Jahre in sechs Lieferungen zur Ausgabe gebracht werden sollen.

Der erste Band behandelt « Die Entstehung der Arten durch Mutation », der zweite « Die Prinzipien der Bastardlehre ».

Einzelne Lieferungen oder Bände sind nicht käuflich.

LEIPZIG. Die Verlagsbuchhandlung.

Aus dem Inhaltsverzeichnisse

Der erste Band wird enthalten :

I. Die Grundlage der heutigen Selectionstheorie, eine Revision der Thatsachen.
II. Die Entstehung von elementaren Arten in der Gattung Œnothera.
III. Die Constanz der elementaren Arten.
IV. Die partielle Mutabilität und der Atavismus.

Der zweite Band umfasst :

I. Die elementare Bastardlehre.
II. Die Anwendung der Bastardlehre auf die Lehre von der Entstehung der Arten.
III. Die Theorie des Mutirens.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DOUZIÈME

Livraison du 15 Décembre 1900

N° 144

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1900

AVIS. — Ce numéro renferme la couverture du volume de 1900.

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la *Revue*, on est prié de vouloir bien renouveler son abonnement pour 1901 en envoyant la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger), à M. PAUL DUPONT, 4, rue du Bouloi, Paris. Dans le cas contraire, l'Éditeur fera présenter une quittance par la poste, le 15 Janvier 1901.

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1900

Pages

I. — ÉTUDE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'*OÏDIUM LACTIS* (avec figures dans le texte), par **M. Guilliermond** 465

II. — LA VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES (avec planches et figures dans le texte), par **MM. F. Boergesen** et **Ove Paulsen** (*fin*) 480

III. — LES CONDITIONS DE RÉUSSITE DES GREFFES, par **M. Lucien Daniel** (*fin*) 511

IV. — TABLES DU VOLUME DE 1900 530

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

Planche 14. — *Cocotiers et Cannes à sucre*

Cette livraison renferme en outre soixante-quatorze gravures dans le texte.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

ÉTUDE SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LA STRUCTURE DE L'*OÏDIUM LACTIS*

par M. GUILLIERMOND

Nous avons étudié une moisissure, que nous croyons pouvoir rapporter à l'*Oïdium lactis* (Fres.) Saccardo.

Nous l'avons trouvée sur des fromages de Neuchâtel, que nous avions fait fermenter pendant quelques jours sous cloche et où elle formait un léger duvet blanchâtre recouvrant entièrement le substratum.

Notre intention est moins de décrire ce champignon connu depuis longtemps, que d'en suivre le développement et d'en étudier la structure.

I. — DÉVELOPPEMENT

Caractères généraux. — Si l'on place une spore de l'*Oïdium lactis* sur une cellule Van Tieghem à une température de 25°, on la voit germer en quelques heures. Elle produit d'abord un tube germinatif généralement placé à l'une de ses extrémités et dirigé perpendiculairement ou obliquement par rapport à son axe, donnant lieu à des figures qui rappellent vaguement la forme d'un marteau et qui sont caractéristiques de l'espèce (fig. 156, *b*). Souvent aussi le tube germinatif est situé un peu au-dessous de l'extrémité de la spore et s'allonge parallèlement à elle.

Le mode de germination est d'ailleurs extrêmement variable. Ordinairement, dès l'apparition du premier tube germinatif, il ne tarde pas à s'en former un second ou plusieurs autres, et chacun d'eux se ramifie pour donner le mycélium.

Le thalle est cloisonné ; les cloisons sont réparties d'une manière irrégulière ; leur nombre diminue à mesure que l'on se rapproche des extrémités. Celles-ci sont généralement contournées ou spiralées. Chaque filament fournit un certain nombre de branches latérales, chacune d'elles naissant immédiatement au-dessous d'une cloison ; elles ne développent généralement que sur un seul côté (fig. 155). On voit fréquemment le dernier article de chaque filament arrêter sa croissance et produire, un peu en dessous de son extrémité, une branche latérale qui continue l'accroissement et se ramifie.

Les spores ne naissent que lorsque l'accroissement est terminé. A ce moment les extrémités des filaments se cloisonnent abondamment et chacun des articles nouvellement formés se détache pour donner une spore. Souvent toutes les cloisons étant régulièrement espacées, on voit les unes seulement se séparer du mycélium ; tandis que d'autres continuent leur cloisonnement. Il n'est même pas rare de rencontrer des spores déjà détachées du mycélium se cloisonnant de nouveau pour former une ou deux nouvelles spores et ce cloisonnement étant irrégulier, on comprend que ces spores soient de taille essentiellement variable. Leur dimension oscille entre 15 × 7 et 31 × 7 µ.

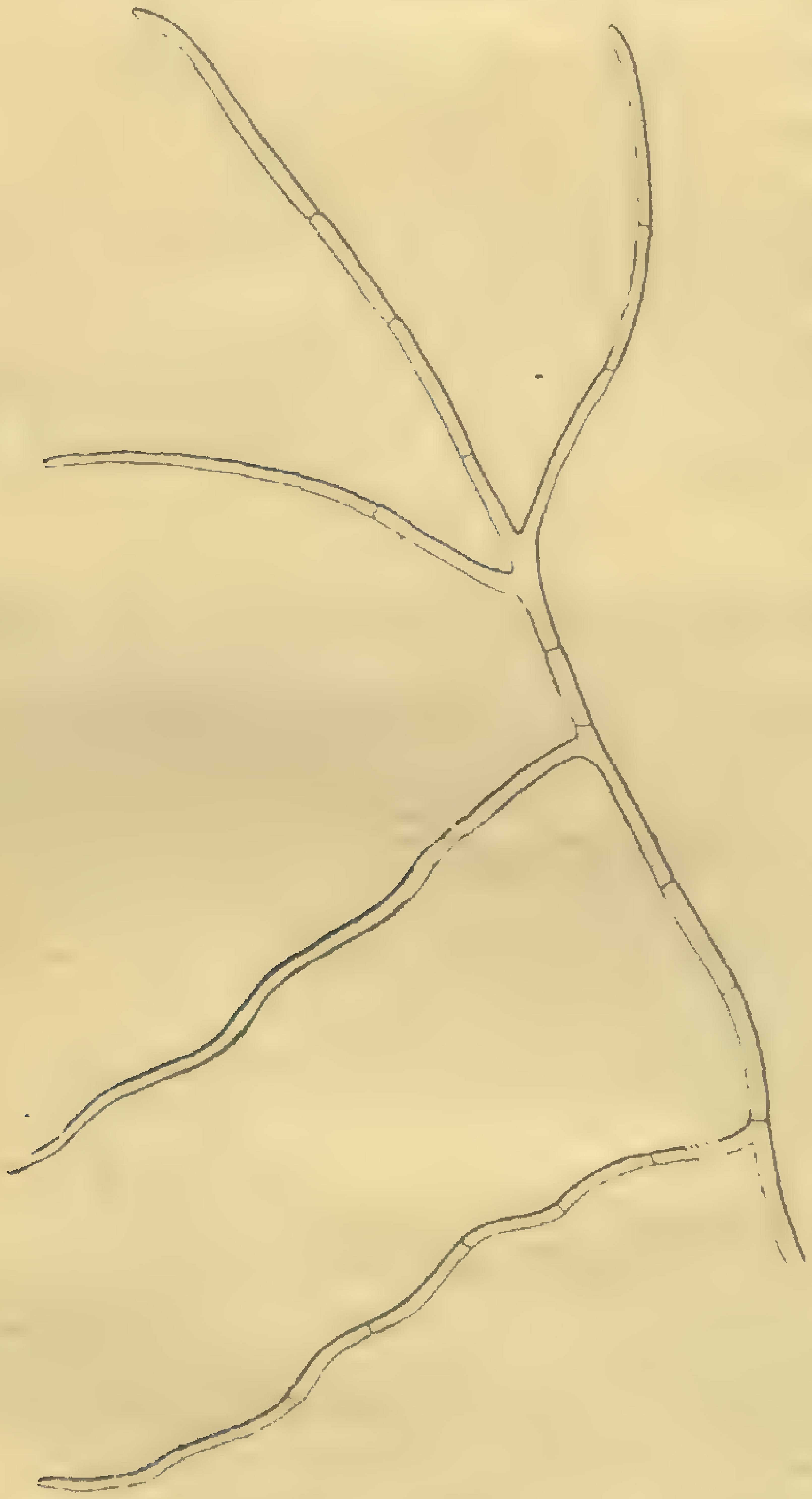


Fig. 155. — *Oïdium lactis* (Liquide Raulin). Allongement et ramification du mycélium.

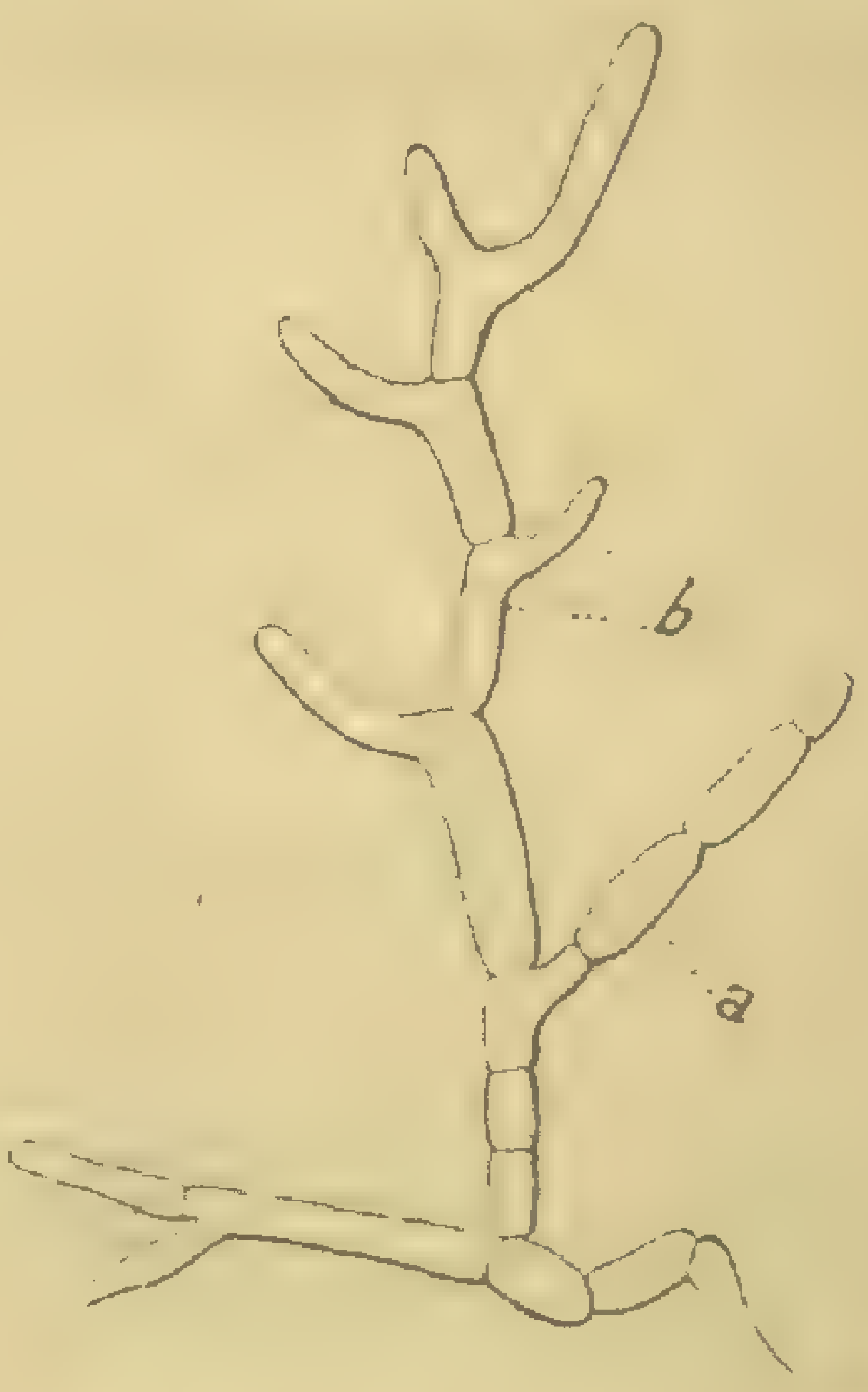


Fig. 156. — *Oïdium lactis* (Liquide Raulin). *a*, spores ; *b*, spore germant sur place.

Leur forme est également peu constante. Le plus souvent elles sont rectangulaires, c'est du moins la forme typique, mais d'autres peuvent être ovales, cubiques et mêmes sphériques (fig. 156, 157, 158 et 160).

Enfin, il se produit en même temps un grand nombre de spores au milieu même des filaments, par le même procédé, par simple dissociation des articles : on voit à différents endroits d'un filament les cloisons se rapprocher pour former autant de spores, qui se détachent à mesure (fig. 157, *b*, *c*). Le mycélium se brise et dans les cultures âgées (fig. 157) on ne distingue plus que des débris épars de mycélium entremêlés à un nombre considérable de spores.

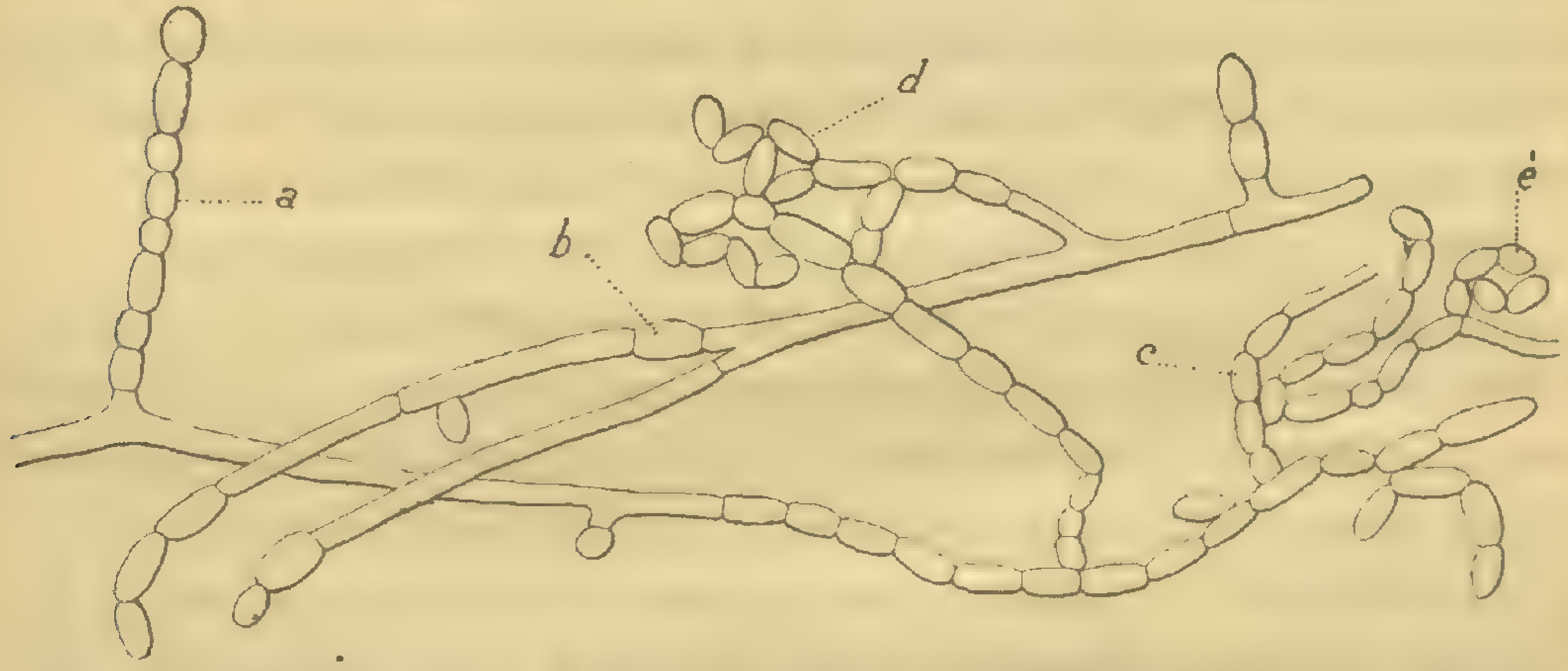


Fig. 157. — *Oïdium lactis.* (Jus de pruneau ; culture sur cellule Van Tieghem. *a*, spores formées à l'extrémité d'un filament ; *b*, *c*, spores formées au milieu du mycélium ; *d*, *e*, spores bourgeonnant.

En somme, chacune de ces spores doit être considérée comme résultant d'une simple fragmentation du mycélium ; il n'y a pas à proprement parler de véritable fructification.

Il arrive fréquemment que les spores ainsi formées, soit aux extrémités, soit au milieu des filaments, germent directement sans se séparer du mycélium et on obtient ainsi les formes compliquées représentées par la fig. 157. Souvent aussi ces spores, au lieu d'émettre des tubes germinatifs, germent dans tous les sens en produisant des cellules globuleuses à la façon des levures (fig. 157, *d*, *e*).

Les formes levures sont, en effet, très fréquentes chez l'*O. lactis* et nous verrons que dans certains milieux elles peuvent se produire exclusivement à défaut de toute trace de mycélium ; il devient alors difficile de les distinguer des véritables levures (fig. 158).

Actions de différents milieux. — Il était utile de connaître la vie de ce champignon et d'étudier les différentes modifications qu'il est susceptible de subir sous l'action de différents aliments ou de différentes conditions physiques. C'est dans ce but que nous l'avons cultivé dans un grand nombre de milieux variés.

a) Température. — La température la plus favorable au développement oscille entre 20 et 30°. La température optima semble être voisine de 25°. Au-dessous de 20°, il se produit un ralentissement très notable dans la germination. A 30° le développement s'effectue encore normalement, mais est moins abondant ; à 35° il diminue sensiblement et à partir de 40° il n'y a plus de développement possible.

b) Aliment. — Cette moisissure présente quelques variations intéressantes dans certains milieux et qui justifient les réserves que nous faisons sur son identité absolue avec l'*Oïdium lactis.*

Sur *tranches de carottes*, la végétation est abondante et prend un aspect tout à fait curieux. Il se forme de petites plaques rondes, d'un blanc jaunâtre, dont on voit parfois surgir quelques filaments agglutinés, formant des masses épaisses. Cet aspect est tout à fait caractéristique et permet de reconnaître l'*O. lactis* à l'œil nu. De plus, la culture présente une certaine viscosité qui lui donne l'apparence d'une colonie de levure et qui semble rapprocher cette moisissure des blastomycètes, étant donné surtout la facilité avec laquelle elle se dissocie et bourgeonne.

Les cultures sur *pomme de terre* sont moins copieuses et se présentent ici sous forme de petits duvets blanchâtres.

L'*empois d'amidon* est tout à fait défavorable. Ce n'est qu'au bout de dix jours qu'on voit apparaître de légères traces d'un mycélium qui n'atteint jamais que de faibles dimensions.

Dans la *gélatine*, qu'il ne liquéfie pas, il acquiert au contraire un fort développement.

Dans tous ces milieux solides il y a prédominance de la forme filamenteuse sur la forme levure.

Les milieux liquides sont aussi favorables que les milieux solides à la vie de l'*Oïdium lactis*. Le maximum de développement en milieu liquide semble être réalisé dans les bouillons de peptone et le *liquide Raulin.*

La disposition générale de la culture y présente une intéressante variabilité : c'est ainsi que dans un tube à essai rempli jusqu'au milieu de sa longueur, il se produit rapidement un mycélium aérien formant un voile mince, capable de se plisser en s'accroissant. Dans un tube d'Erlemayer, si la couche de liquide n'a que quelques centimètres de hauteur, le mycélium est toujours aussi abondant, mais reste submergé, et il suffit d'élever le niveau pour obtenir de nouveau un développement aérien. L'expérience suivante est plus instructive.

Dans un tube en U que l'on a pris soin d'agiter après l'avoir ensemencé, de façon à répartir à peu près uniformément les spores des deux côtés, on ferme une branche avec un léger tampon de ouate de façon à permettre le libre accès de l'air ; on obstrue l'autre avec une couche de paraffine. Le deuxième jour, on voit apparaître un commencement de développement aérien à peu près aussi abondant sur les deux branches de l'U, mais à partir du deuxième jour le développement devient considérable sur la branche communiquant avec l'air extérieur, tandis qu'il s'arrête complètement sur la branche opposée. En submergeant le voile de façon à le placer à la partie inférieure commune aux deux branches, on obtient encore un nouveau voile à la même place et le phénomène se répète jusqu'à épuisement du liquide. Ce développement aérien semblerait donc être en relation avec la quantité d'O que le champignon a à sa disposition. Il ne se produit, en effet, que lorsque la tension d'O du fond du vase est insuffisante à la respiration du champignon. On constate en outre que, dans les milieux défavorables, où le développement est plus faible, le mycélium est toujours submergé, probablement parce qu'étant moins abondant il a besoin de moins d'O à sa disposition. La formation d'un développement aérien dans les milieux liquides est d'ailleurs très rare chez l'*O. lactis* et ne s'effectue que dans les milieux les plus propres à sa végétation.

Les caractères morphologiques d'une culture sur liquide Raulin sont également à signaler. Le développement est abondant, le mycélium bien développé, les ramifications nombreuses (fig. 155) et souvent les filaments, après avoir donné des bourgeons latéraux, peuvent se dichotomiser, devenant l'origine de nouveaux filaments capables à leur tour de se ramifier, ce qui ne se rencontre pas dans les autres cultures.

Le mycélium étant abondant et continuant sa croissance pendant quelques jours, on comprend que la fructification, qui ne s'effectue que lorsque l'accroissement est terminé, se trouve sensiblement retardée. Elle n'apparaît guère avant le troisième ou le quatrième jour.

Enfin, il faut remarquer certaines formes particulières qui paraissent propres à ce milieu. C'est ainsi qu'il n'est pas rare de rencontrer des formes très irrégulières où le thalle se renfle en certains points et prend des dimensions considérables. D'autres fois les articles deviennent simplement noueux et ces nœuds se succèdent régulièrement, séparés par des étranglements correspondant aux cloisons. Ces formes dépendent sans doute de la trop forte concentration des milieux, comme on le verra dans la suite. Ajoutons qu'on ne rencontre qu'exceptionnellement des formes levures.

Le développement sur *liquide Pasteur* est à peu près analogue.

Le *lait* est également un bon aliment pour l'*Oïdium lactis*, mais ici le développement est tardif, il n'apparaît que plusieurs jours après l'ensemencement.

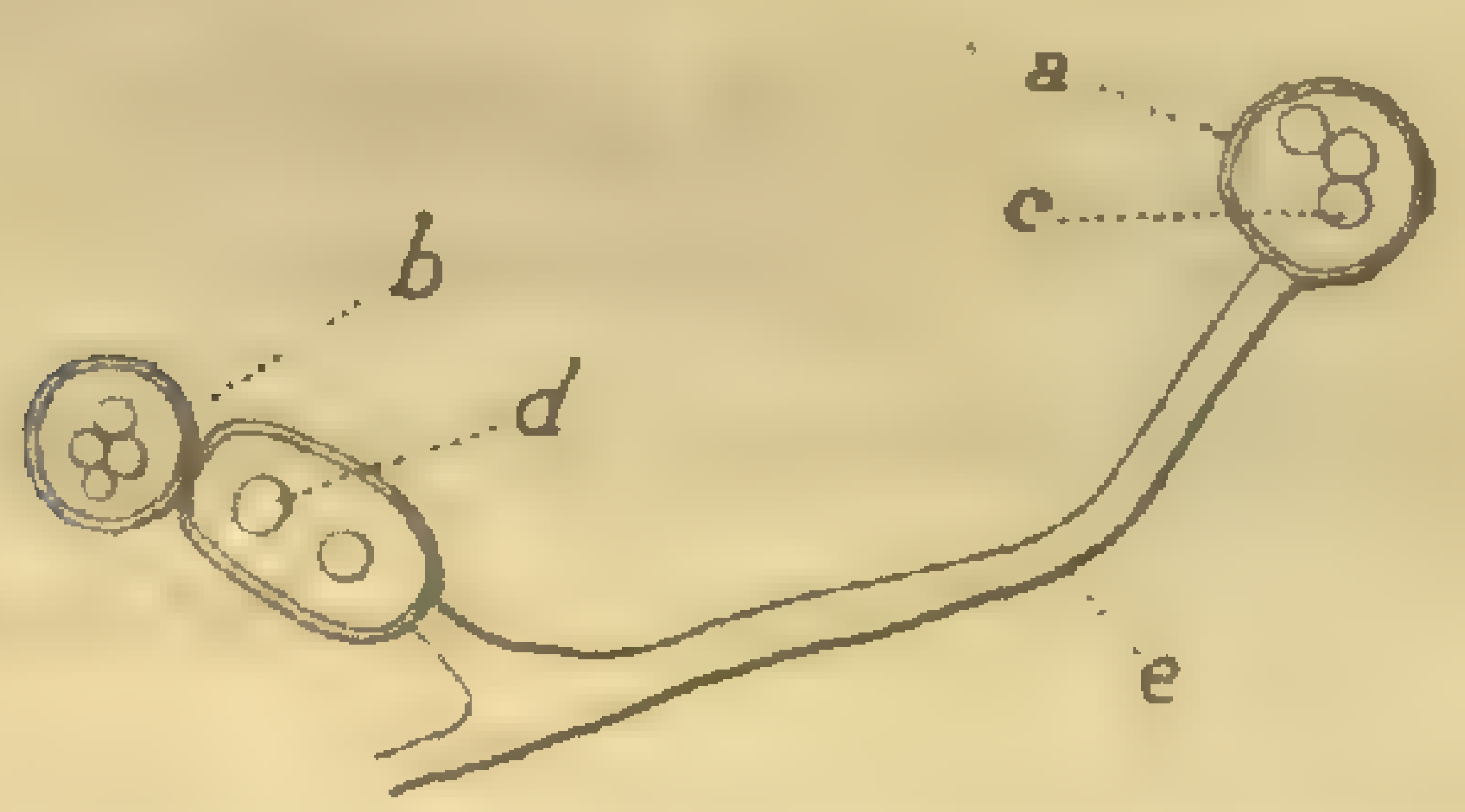


Fig. 158. — *Oïdium lactis* (Jus de carotte). *a*, *b*, spores ; *c*, *d*, globules d'huile ; *e*, filament mycélien vidé.

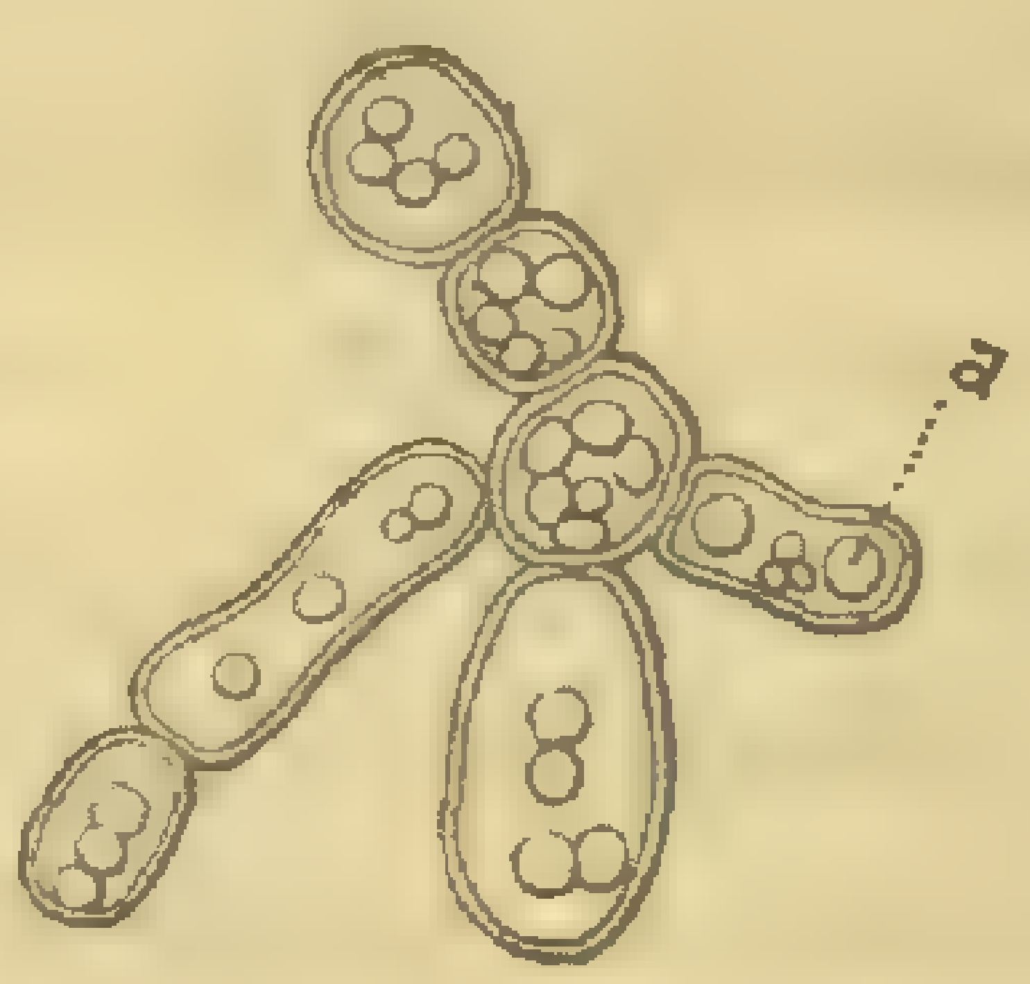


Fig. 159. — *Oïdium lactis* (Jus de carotte). Formes levures ; *a*, globule d'huile.

L'eau de levure, les solutions de glucose, les liquides naturels hydrocarbonés (*jus de pruneau, jus de carotte, jus de pomme de terre*), sont beaucoup moins propices (fig. 158 et 159).

Le développement est plus faible et aboutit rapidement à la fructification. En revanche les formes levures sont fréquentes.

Les solutions de *glucose* ou de levulose produisent de petites boules qui nagent au fond du liquide. Sur une culture sur cellule, on voit la spore produire un mycélium faiblement ramifié qui fructifie dès le premier jour, se dissociant presque entièrement et les spores nouvellement formées peuvent dans une deuxième génération, si le milieu n'est pas complètement épuisé, bourgeonner et donner un grand nombre de formes levures (fig. 157 *d*, *e* et 159).

En même temps que ce phénomène s'effectue, certaines spores pourront émettre un tube germinatif, qui, au lieu de continuer son évolution et de produire un mycélium, se terminera tout de suite par une ou plusieurs spores ou se dissociera immédiatement pour former un chapelet de spores, qui pourront elles-mêmes subir un phénomène semblable ou produire en bourgeonnant des formes levures. Ce phénomène est, en réalité, comparable à ce qui se produit chez les Mucorinées, où l'œuf et la spore germant dans un milieu défavorable fournissent un filament qui, à peine long de quelques millimètres, se renfle pour former un nouveau sporange.

On assiste donc dans ces milieux à une réduction du mycélium, soit que la spore donne des formes levures, soit qu'elle produise immédiatement de nouvelles spores et ces modifications semblent être le résultat de mauvaises conditions et surtout de l'absence de l'aliment azoté. C'est ainsi que sur un liquide Raulin dans lequel on a supprimé l'Azote ou simplement l'Azotate d'Ammoniaque, le champignon présente les mêmes particularités.

D'ailleurs, indépendamment de la composition chimique du milieu, les conditions physiques jouent un rôle important dans ce phénomène, c'est ainsi que dans une culture sur cellule, dont la gouttelette de liquide nutritif est trop petite et dont les spores trop nombreuses se gênent mutuellement, on obtiendra seulement des formes levures ou des tubes germinatifs fructifiant immédiatement. Le même phénomène s'observe lorsqu'on prive d'air une culture, à l'aide d'une couche d'huile déposée à la surface du liquide.

L'addition d'une petite quantité *de substances toxiques* (SO^4Cu) donne, dans ces milieux sucrés, des cultures à peu près identiques, mais dont les filaments et les spores, examinés au microscope, affectent des formes bizarres : leurs contours deviennent irréguliers et plus ou moins scalariformes.

Cette moisissure est également capable d'invertir le *saccharose* et il produit dans cet aliment une végétation un peu inférieure à celle qu'il atteint dans le glucose.

En revanche il ne se développe jamais dans le *lactose*.

Les essais que nous avons faits en vue d'obtenir une *fermentation alcoolique* ont tous échoué. Dans aucune circonstance, nous n'avons pu obtenir la moindre trace de fermentation.

Concentration. — L'*Oïdium lactis* paraît réfractaire aux fortes concentrations. Dans un liquide Raulin à $\frac{3}{100}$ de NaCl, on obtient une culture peu différente de celle que l'on observe dans le liquide Raulin pur, avec toutefois un léger retard dans la germination. Mais à $\frac{4}{100}$, le développement ne s'effectue qu'au bout de 8 jours, et la culture, toujours faible, se présente sous l'aspect de petites boules submergées analogues à celles que l'on obtient dans le glucose et les milieux insuffisants, mais chacune de ces boules est formée d'un mycélium épais dont les filaments sont fortement noueux et possèdent des renflements considérables. De plus il y a absence de spore, il y a stérilité complète ; à $\frac{5}{100}$ il n'y a plus de développement.

On sait au contraire que la plupart des moisissures résistent facilement aux fortes concentrations. Un liquide Raulin à $\frac{15}{100}$ de NaCl que nous avions ensemencé de ce champignon, ne donna lieu à aucun développement, mais le liquide ayant été exposé quelque temps à l'air, se remplit d'une belle culture de *Penicillum.*

En résumé, on voit donc que l'*Oïdium lactis* vit aussi bien sur les milieux liquides que sur les milieux solides et qu'il peut affecter différentes formes suivant son alimentation.

Ce polymorphisme se réduit, en réalité, à deux formes générales : d'une part *la forme allongée*, avec mycélium touffu très ramifié et fructification tardive, c'est celle qu'il acquiert dans le liquide Raulin ; d'autre part les *formes à mycélium réduit* et à formes levures prédominantes qu'on observe dans le glucose.

II. — STRUCTURE

Membrane. — La membrane du mycélium est généralement peu épaisse ; cependant on peut y apercevoir deux zones, l'une externe très fine ; l'autre interne beaucoup plus épaisse et qui reste toujours incolore. Dans certains cas, surtout aux extrémités des filaments, la membrane devient très ténue et l'on ne peut plus y distinguer qu'une zone.

Les réactions iodées sont sans action sur elle.

Les cloisons apparaissent d'abord sous forme de minces zones claires.

Souvent elles se forment entre l'espace compris entre deux noyaux provenant d'une bipartition récente. Elles sont généralement épaisses et possèdent la forme d'un ménisque concave s'emboîtant dans le ménisque convexe de la membrane de l'article voisin.

Les spores ont une membrane sensiblement plus épaisse que celle du mycélium. L'examen de certaines cultures en liquides concentrés ayant plasmolysé les spores, nous ont permis d'entrer dans le détail de cette membrane. Elle présente certaines irrégularités dans son épaisseur et montre dans sa zone interne un certain nombre de fines striations.

Protoplasma. — Lorsque la spore se développe dans un milieu favorable, le protoplasma, d'abord très dense et homogène, devient finement granuleux et en même temps se creuse de vacuoles qui augmentent de volume à mesure que la culture vieillit et se fusionne.

Le protoplasma est alors réduit à une mince couche pariétale. Seules les extrémités des filaments destinés à former les spores contiennent un protoplasma très dense qui se colore fortement par les divers réactifs.

Dans les liquides moins favorables à la végétation, on remarque que très rapidement le protoplasma devient granuleux, se concentre en certains points, puis semble disparaître totalement et être remplacé par un nombre considérable de granules d'huile.

Ces globules d'huile naissent au moment où le protoplasma est encore dense et homogène ; ils apparaissent sous forme de petits granules, qui augmentent rapidement, se réunissent par petits amas et peuvent se fusionner et prendre des dimensions considérables.

Ces globules ont été observés chez la plupart des moisissures, placées dans des conditions défectueuses ou en cultures âgées. Ils composent uniquement la cellule du *Penicillum glaucum* vivant dans les solutions pharmaceutiques. Ils sont également abondants dans les levures vieillies, dans les liquides qu'elles ont fait fermenter.

Ces globules se dissolvent dans l'éther et le chloroforme, sont presque insolubles dans l'alcool absolu. Ils se colorent par le bleu de quinoléine, brunissent fortement par l'acide osmique et sont insensibles à l'action de la teinture d'Alcana. Enfin, ils ne possèdent pas la réaction des lipochromes de Zopf. Dans les liquides très nutritifs, tels que le liquide de Raulin et les bouillons de peptone, ces globules n'apparaissent que très tardivement, lorsque le milieu est complètement épuisé et que la culture a vieilli. Ils se montrent au contraire beaucoup plus vite, si l'on additionne le liquide d'une petite quantité de substance toxique.

Dans les liquides moins nutritifs, comme les milieux hydrocarbonés (Glucose, Saccharose) le protoplasma disparaît rapidement, les filaments se vident, deviennent incolores, puis se chargent de globules d'huile qui peuvent atteindre de très grandes dimensions, et qui se rassemblent aux endroits destinés à former les spores. Examinée au bout de huit jours, une culture sur jus de Carotte ne présente qu'une grande quantité de spores remplies de gros globules et d'un certain nombre de fragments de mycélium déchiré et complètement vide.

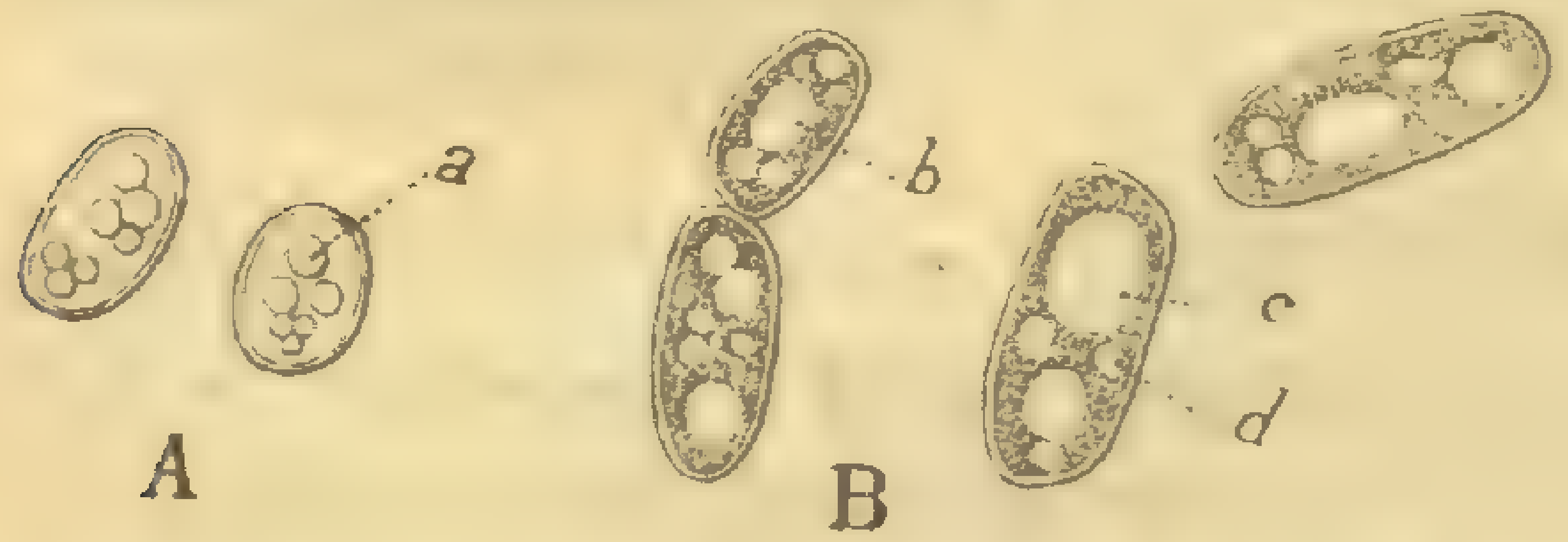


Fig. 160 à 164. — A, Spores d'une culture sur eau de Levure; *a*, globules d'huile. — B, Spores d'une culture sur liquide Raulin; *b*, *c*, *d*, vacuoles.

Ces globules d'huile se forment donc surtout dans les milieux impropres à la nutrition et peuvent être considérées dans une certaine mesure comme un criterium de la mauvaise alimentation.

Ces variations dans la constitution du protoplasma se rencontrent aussi bien dans les spores que dans le mycélium. La structure des spores varie, en effet, suivant les milieux où elles ont été engendrées. C'est ainsi que dans le liquide Raulin, elles sont d'abord constituées par un protoplasma très dense avec quelques vacuoles (fig. 160, *B*), puis en vieillissant se gorgent de granules d'huile. Au contraire, dans le glucose ou l'eau de levure (fig. 160, *A*) elles ne sont formées que de globules d'huile, qui se fusionnent ensemble pour remplir la spore d'un unique globule.

On remarque donc que le protoplasma subit toujours la même évolution, qui aboutit à la formation des globules d'huile comme terme final; seulement que cette évolution, très lente dans les milieux propices, devient au contraire excessivement rapide dans des conditions inférieures.

On sait, d'autre part, que de pareilles modifications de structure ont été observées dans les levures, qui passent successivement de la structure finement réticulée, à la structure vacuolaire, puis dans les cultures âgées se remplissent de globules d'huile. D'après M. Duclaux (1), ces changements proviendraient de phénomènes de coagulation qui se produiraient constamment chez ces êtres destinés à vivre sur les milieux les plus divers.

Quant au rôle de ces globules, c'est une question sur laquelle on ne peut se prononcer. Dans les œufs de Mucorinée, M. Léger a trouvé des globules d'huile qu'il considère comme des matières de réserve. L'existence d'une lipase pourrait seule en donner la certitude. Ici il semblerait plutôt qu'il s'agisse d'une dégénérescence du protoplasma.

Il est à remarquer enfin que, placés dans un aliment insuffisant, les spores qui contiennent ces globules donnent un tube germinatif à l'extrémité duquel elles pénètrent, s'y concentrent pour fournir de nouvelles spores. Au contraire, lorsqu'on les place dans un liquide convenable, ils disparaissent très rapidement pour faire place à un protoplasma homogène.

Noyau. — Le noyau se colore par les divers colorants nucléaires (bleu de méthylène, violet de gentiane, hématalun, hématoxyline en cristaux). Mais on n'obtient des résultats satisfaisants qu'avec l'hématoxyline de Bœhmer en solution très étendue, après fixation à l'alcool à 95°. Un bain de 1 ou 2 heures dans le réactif suffit ordinairement. Souvent même un séjour d'une demi-heure est suffisant. On lave jusqu'à décoloration du protoplasma dans l'eau alunée ; un lavage de plusieurs heures est nécessaire. Les préparations se conservent facilement dans la glycérine-gélatinée.

Le noyau apparaît comme un point violet, entouré d'une aréole incolore. Le nombre des noyaux est très variable ; chaque article en contient de 13 à 20, mais ils peuvent être beaucoup plus nombreux aux extrémités des filaments où ils atteignent facilement le chiffre de 30 ou 40 (fig. 165, *a*).

Leurs dimensions, sans être constantes, ne varient jamais beaucoup.

La division des noyaux s'observe surtout aux extrémités des filaments, c'est-à-dire dans les régions d'accroissement, tandis qu'elle est rare dans les autres parties du mycélium. Sur les filaments en voie de croissance, les noyaux restent toujours localisés un peu au-dessous de la région terminale qui contient un protoplasma très épais qui retient fortement les matières colorantes. Les noyaux s'y divisent activement et s'avancent à l'extrémité des filaments au fur et à mesure que celle-ci s'accroît, restant toujours ainsi dans la région subterminale. Le même phénomène se produit pour la formation des bourgeons latéraux. On voit d'abord apparaître un petit prolongement rempli de protoplasma, à la base duquel les noyaux se divisent pour ne s'y introduire que lorsqu'il aura atteint une certaine longueur.

---

(1) Duclaux : *Traité de Microbiologie*, p. 122.

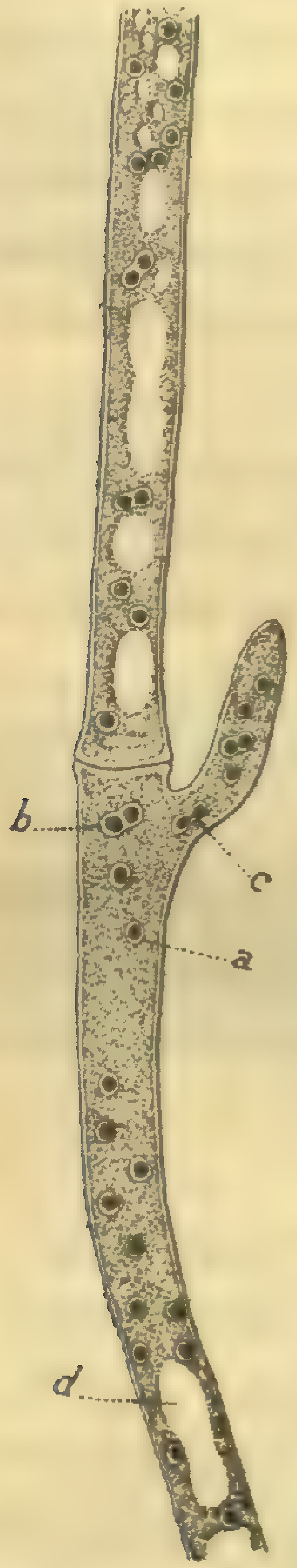


Fig. 165. — *Oïdium lactis*. Structure : *a*, noyau ; *b*, *c*, phases de division du noyau ; *d*, vacuole.

La division semble à première vue être une division directe. Les figures que nous avons dessinées ressemblent beaucoup à celles qui ont été représentées par M. Guégen dans ses études sur le *Penicillum glaucum* et le *Sterigmatocystis auricoma*.

Il paraît certain que le processus de la division est le même dans les deux cas, comme, du reste, la constitution du noyau et l'ensemble de la structure, qui ont d'ailleurs de grandes analogies dans la plupart des moisissures.

Cette division se manifeste par les phases suivantes : à certains endroits, on remarque le noyau constitué de deux masses accolées l'une à l'autre et réunies dans une même aréole ; dans d'autres figures, il apparaît comme formé de deux parties distinctement séparées, mais toujours enveloppées par une même aréole ; enfin, on observe fréquemment des noyaux disposés par paires et très rapprochés l'un de l'autre, provenant sans doute d'une bipartition récente (fig. 165, *b*-*c*).

Cette division est considérée pour M. Guégen comme une division directe. Au contraire, M. Dangeard (1) serait disposé à y voir une division directe dont le nombre des chromosomes et les détails du processus ne seraient pas visibles, étant donné la petite taille du noyau. Il serait imprudent d'émettre une opinion affirmative dans un sens ou dans l'autre.

Quant à l'interprétation de la structure de ces noyaux, c'est encore une question fort délicate. MM. Dangeard et Léger considèrent le corpuscule central comme un nucléole, entouré d'un nucléoplasma, qui serait représenté par l'aréole incolore. C'est également l'opinion de MM. Janssens et Leblanc (2).

Il est évident que chez certains ascomycètes, il s'agit bien d'un nucléole ; dans certains cas même, on a assisté à une division karyokinétique pendant laquelle le nucléole semblait s'expulser.

Enfin, dans certains noyaux de dimension supérieure aux autres, que M. Dangeard appelle noyaux sexuels (3), il semble bien qu'on aperçoive dans le nucléoplasme des granulations pouvant être assimilées à des chromosomes. Le même fait se retrouve chez certains blastomycètes.

Mais si on se rapporte (4) aux Mucorinées, au *Penicillum*, à l'*Oïdium lactis*, il est beaucoup plus difficile d'y voir un nucléole, puisque ce corpuscule constitue la seule partie du noyau qui se colore, partage les propriétés du noyau et qui paraît jouer le rôle prépondérant dans la division. Aussi, M. Guégen, dans l'incertitude, lui a-t-il donné le nom plus prudent de *chromoblaste*. Nous nous contenterons d'indiquer que nous avons trouvé dans certains noyaux de différents *Aspergillus*, et notamment des *Sterigmatocystis nigra*, des noyaux de taille légèrement plus grosse, qui étaient formés également d'un corpuscule central entouré d'une aréole claire, mais dont le pourtour de cette aréole contenait une très petite masse en forme de croissant, colorée par l'hématoxyline et qui semblait bien représenter la chromatine. Il se pourrait que le noyau de l'*Oïdium lactis*, étant plus petit, possède également la même structure, mais ne laisse apercevoir que son nucléole.

---

(1) Dangeard : Le Botaniste, 10 juillet 1897, p. 315 ; Guégen : *Recherches sur les organismes mycéliens des solutions pharmaceutiques.* Bulletin de la Société de Mycologie, 1899.

(2) Janssens et Leblanc : Ann. de Micrographie, t. X, 1898.

(3) Sappin-Truffy : *Recherches histologiques sur la famille des Urédinées.* Thèse de doctorat, 1896.

(4) Léger : *Recherches sur la structure des Mucorinées.* Thèse de doctorat, 1897.

Dans les filaments âgés, les noyaux diminuent de nombre, nagent dans le protoplasma pariétal, s'allongent probablement pressés par les vacuoles, puis s'aplatissent et s'accolent à la membrane qui apparaît alors avec des taches violettes. A ce moment, il devient très difficile de reconnaître les noyaux.

Dans certains de ces filaments on voit apparaître, à côté des noyaux, un grand nombre de petites ponctuations, qui se colorent par l'hématoxyline, et sont communes à la plupart des moisissures. Elles se distinguent des noyaux par leur coloration plus vive et virant au rouge (1).

Il nous a été impossible de colorer le noyau dans les articles remplis de globules d'huile.

Les spores contiennent de 1 à 8 noyaux : le nombre le plus fréquent est de 4 ou 5. Les spores qui se forment aux extrémités des filaments s'effectuent simplement par un cloisonnement abondant, sans que le noyau semble jouer un rôle important dans leur formation. On le voit ordinairement se diviser dans la région terminale, avant la formation des spores, puis les cloisons se forment et les spores peuvent alors se détacher du mycélium, ou bien elles fournissent chacune une ou plusieurs cloisons nouvelles et dans ce cas les noyaux peuvent continuer leur division dans l'intérieur même de la spore, de façon à maintenir leur nombre à peu près égal dans les spores filles. Ces spores appartiennent à cette catégorie que M. Dangeard désigne sous le nom d'*oïdies*.

Quant aux spores qui se forment au milieu des filaments, elles résultent du même phénomène. C'est également par un procédé à peu près analogue que s'effectue le bourgeonnement des formes levures. La cellule levure contient un nombre variable de noyaux ; un moment avant de bourgeonner, quelques-uns de ces noyaux commencent à se diviser, puis on voit bientôt la cellule émettre une petite proéminence où s'introduisent un certain nombre de noyaux. Ceux-ci introduits, le bourgeon grossit, puis se sépare de la cellule mère. C'est le même phénomène que M. Léger a observé dans le bourgeonnement des formes levures de Mucorinées.

---

(1) Maire : *Note sur le développement et la structure des sporidies levures chez l'Ustilago Maydis.* Société mycologique, T. XIV. 1898.

Germination. — Le premier symptôme de la germination consiste dans la division des noyaux qui précède ordinairement la formation du premier tube germinatif. Ce tube germinatif se présente sous forme d'un petit bourgeon qui s'allonge et où pénètre bientôt un certain nombre de noyaux qui continuent à se diviser à mesure que le bourgeon se développe. La formation de ce premier tube germinatif ne tarde pas à être suivie de l'apparition d'un ou de plusieurs autres bourgeons qui se produisent suivant le même phénomène.

Tel est le Champignon que nous avons rapporté à l'*O. lactis*, et dont nous nous sommes proposé de faire l'étude détaillée.

Il présente les principaux caractères de l'*Oïdium lactis* ; formes et dimensions des spores ; il possède en revanche un polymorphisme assez accusé, qui, dans certains cas, pourrait faire hésiter à l'identifier au type décrit par Saccardo.

Nous n'essayerons pas de discuter sur les affinités de cette espèce et sur sa place dans la classification des Champignons, ne lui connaissant jusqu'alors aucune reproduction ascogène. Notre but a été simplement de suivre son développement et d'essayer d'étendre les données encore restreintes que nous possédons sur l'histologie des moisissures par l'étude minutieuse de sa structure.

LA

VÉGÉTATION DES ANTILLES DANOISES

par F. BOERGESEN et Ove PAULSEN *(Fin)*

(Traduit en français par M^lle S. ERIKSSON)

Après avoir passé par le triste taillis de *Croton*, où l'on se fatigue de voir partout cette couleur grise et de se piquer aux épines, il est bien agréable d'arriver à des contrées où la végétation est plus abondante, de se promener en voiture le long de hautes plantations de Cannes à sucre sur un chemin bordé de Palmiers, de Cocotiers et d'*Oreodoxa* (voyez la pl. 14) et de rencontrer aux endroits encore incultes une végétation plus fraîche et plus haute. En quittant les collines qui, dépourvues d'ombre et couvertes de *Croton*, se trouvent au sud-est de Christiansted, on arrive dans des contrées plus basses, près le Mount Welcome. On comprend alors quelle influence évidente exerce la quantité d'eau sur la forme à la végétation, car ici il y a des forêts ainsi que de l'ombre bienfaisante.

Dans le voisinage de Christiansted on voit une haute forêt, fort éprouvée par la présence de l'homme, et où, par conséquent, on ne trouve guère de végétation sous les arbres. Parmi ceux-ci nous pouvons du reste nommer les suivants : le *Cicca* (famille des Euphorbiacées), l'*Eriodendron*, l'*Anacardium*, le *Swietenia*, le *Hura crepitans* L., l'*Andira inermis* Sw. (famille des Légumineuses) et l'*Oreodoxa*. Quelquefois le *Cleome pentaphylla* de la famille des Capparidées couvrait le sol.

Plus loin, on trouve dans un terrain moins vaste une végétation certainement spontanée et ayant en même temps un plus grand intérêt. Le terrain, humeux et mou, mais rempli de pierres et peu favorable portait une végétation assez haute, mais éparse. En général on pouvait passer partout sans difficulté.

La plupart des arbres étaient des Manchinil *(Hippomane)*. Il est possible que la terre fût un peu salifère, chose due peut-être à la lagune de Christiansted qui n'était pas bien éloignée. En quantité moins grande, mais pourtant assez fréquemment, se rencontraient le Calebassier (*Crescentia Cujete*) et une espèce du genre *Acacia* (*A. Lebbek?*) La végétation peu épaisse qui couvrait le sol était surtout composée du *Randia aculeata*, d'une espèce du genre *Croton*, de quelques hautes Graminées et du *Bromelia Pinguin*. Ce dernier formait à lui seul de petites formations tout entières. En outre on rencontrait des Lianes dont il faut nommer en première ligne : l'*Abrus precatorius* L. à grains rouges, bien connus sous le nom d'yeux d'écrevisse, et encore quelques autres Légumineuses plus petites (*Desmodium*). Parmi toutes ces plantes, l'*Hippomane* est originaire des côtes; le *Crescentia* se rencontre en grande abondance par exemple dans les taillis de l'Orkanöen. Aussi cette plante peut-elle, quoique ne vivant que rarement dans les vrais bocages de *Croton*, endurer bien la sécheresse. Le *Croton*, le *Bromelia* et le *Randia* sont xérophiles.

Le lieu en question a de l'intérêt à cause des diverses formes de végétation qui y sont mêlées. Ensuite il est à remarquer que l'*Hippomane* aussi bien que le *Coccoloba uvifera* poussent dans l'intérieur même de l'île, chose notée déjà par M. Boergesen.

La partie occidentale de Sainte-Croix est plus cultivée que la partie orientale et en même temps moins riche en taillis de *Croton*. A plusieurs endroits (surtout à l'ouest) elle est couverte de vraies forêts bien hautes, nommées par Eggers, la végétation d'*Eriodendron* d'après l'un des arbres qui la caractérisent : l'*Eriodendron anfractuosum*. Cette forêt qui, s'étendant de Saltriver (1) à peu près, passe par le Mount Eagle, jusqu'au point le plus au nord-ouest de l'île (Hams Bluff), n'a été visitée que très peu par nous.

La première fois nous sommes partis de Christiansted, nous avons donc fait le voyage en allant de l'est vers l'ouest. Pour commencer on parcourt dans une sorte de petite voiture très légère (phaéton) un pays assez plat, couvert de plantations de cannes à sucre et de plantages épars ; plusieurs d'entre eux possèdent de très jolies maisonnettes, restes des jours heureux d'autrefois où, disait-on, les frais de l'exploitation furent payés avec la vente du rhum, de manière que le sucre fût bénéfice net. Le long du chemin on voyait de temps à autre des arbres et des arbustes épars, comme la *Melicocca bijuga*, le *Mangifera* et des *Anona*. Les feuilles des deux premières de ces plantes pendent, tant qu'elles sont jeunes, perpendiculairement, de manière que les surfaces en soient atteintes par les rayons du soleil sous un angle très aigu ; ainsi la chlorophylle est mise à l'abri en même temps que la transpiration devient diminuée. Les jeunes feuilles du *Mangifera* sont même d'une couleur rouge ardent, ce qui aide certainement à rejeter la lumière. (Le dessin d'un arbuste de *Mangifera* se trouve dans le livre : « *Eine botanische Tropenreise* » par Haberlandt, p. 119). En passant à côté d'un petit courant d'eau, nous avons trouvé une vieille connaissance qui nous rappelait le Danemark, c'est-à-dire le *Typha angustifolia* L. — pourtant c'était là une variété (var. *domingensis* Pers.) — dont on trouvait ici de nombreux exemplaires.

---

(1) Voyez la planche dans le rapport danois de M. Eggers.

Vers l'ouest le terrain devient plus montueux ; après peu de temps on arrive dans des régions moins cultivées, tout en parcourant de temps en temps des parties boisées isolées où le Guarumo (*Cecropia peltata* L.) attire surtout l'attention. Çà et là on aperçoit des arbustes de *Poinciana* (*Cœsalpinia*) *pulcherrima* Sw. Cette plante ne porte pas son nom spécifique sans raison, car les grands pieds racémiformes à fleurs rouges et oranges sont très jolis. Enfin on ne peut que se réjouir à la vue délicieuse d'un arbuste à côté du chemin, tout enlacé de 4 espèces du genre *Ipomœa* par lesquelles l'arbuste en question devient tout revêtu de fleurs : deux d'entre elles ont des fleurs blanches, la troisième en porte de rouges et celles de la quatrième espèce sont roses à gorge d'un rouge foncé.

Mais nous voilà enfin arrivés au lieu de notre destination, c'est-à-dire la plantation de Springgarden. Le cheval est dételé, nous louons un guide noir qui doit nous conduire à l'autre côté des collines. Nous passons à grand peine le taillis jusqu'à ce que nous atteignions la pente qui donne à la mer. Ensuite nous retournons et faisons route vers la Calédonia, vallée profonde avec une direction de l'est à l'ouest et inondée par une petite rivière. Pendant cette excursion nous avons noté les plantes diverses du taillis. Pour commencer il faudra dire que c'était bien là un taillis de *Croton*, mais assez différent du taillis dont j'ai parlé dans ce qui précède. Les plantes épineuses étaient moins nombreuses, et le *Croton* même ne se voyait pas bien souvent. La plupart des plantes étaient des exemplaires du *Wedelia buphthalmoides*, plante de la famille des Composées à fleurs jaunes et à feuilles revêtues de poils, et l'*Eugenia ligustrina* W., joli arbuste de la famille des Myrtacées à feuilles lisses et à fruits noirs, ressemblant aux baies du *Ligustrum* commun. En outre on voyait de nombreux arbustes de l'*Anona muricata* L. « Soursop » à fruits comestibles, ensuite le *Tetrazygia elæagnoides* (1), le *Tecoma stans*, etc., etc.

De plus, bien fatigués et ayant soif après la promenade pénible dans le bocage embrasé par le soleil, nous avons trouvé, à notre grande satisfaction, à la descente d'un vallon, quelques Orangers à fruits tout frais, verts ou jaunes. Contre de telles oranges, cueillies toutes fraîches, celles que nous pouvons recevoir chez nous ne valent rien.

Enfin, descendus dans un vallon boisé et ombrageux nous avons trouvé une végétation fraîche et véritablement tropicale. Des Figuiers, le *Bucida Buceras*, le *Mammea americana* et d'autres encore, forment une belle forêt bien haute, toutefois rendue moins épaisse par la main d'homme ; on pourrait même dire que quelquefois elle avait l'air d'un parc. Un grand nombre d'arbres plus petits se plaisaient bien à l'ombre, par exemple le *Coccoloba barbadensis* Jacq, le *Trichilia hirta* L., l'*Artocarpus incisa* et le *Carica Papaya* (2) « Papayer ». Ce dernier était sans doute cultivé pour ses fruits comestibles. Sur les pentes, on voyait croître le *Gymnogramme calomelanos* Kaulf. Il y avait aussi là des Lianes bien nombreuses : nommons entre elles en première ligne le *Cissampelos Pareira* L., plante revêtue de poils gris. Mais ce qui surtout donne de l'intérêt à la vallée de Calédonia, ce sont les plantations de Caféiers et de Cacaotiers que le propriétaire de Springgarden y a fait faire. Malheureusement nous n'avons pu nous renseigner sur l'année de formation de ces plantes. Les arbustes surpassaient souvent la hauteur de l'homme; ils étaient bien forts et jolis. Les Cacaotiers portaient de grands fruits qui, ressemblant à des concombres, sont placés sur le tronc même. La vallée de Calédonia possède dans son climat humide, plein d'ombre, une condition qui favorise le développement des Cacaotiers. Pourtant, ceux-ci n'abondaient pas ici, et, à ce que l'on dit, le propriétaire ne les fait croître que « con amore ».

---

(1) Il paraît que cette plante-ci ne pousse qu'aux sommets des collines, plus en bas on ne la trouve pas.

(2) Tous les exemplaires que nous avons examinés étaient parfaitement normaux. C'étaient là des plantes dioïques avec des fleurs mâles à pétales libres et des fleurs femelles à pétales soudés. Mais dans le Musée botanique de Copenhague il y a plusieurs exemplaires, récoltés au Vénézuela par M. Warming, et l'un d'entre eux porte des fleurs hermaphrodites à pétales soudés et à 10 étamines. L'exemplaire en question était analogue à la « forma Correa » de Solms-Laubach.

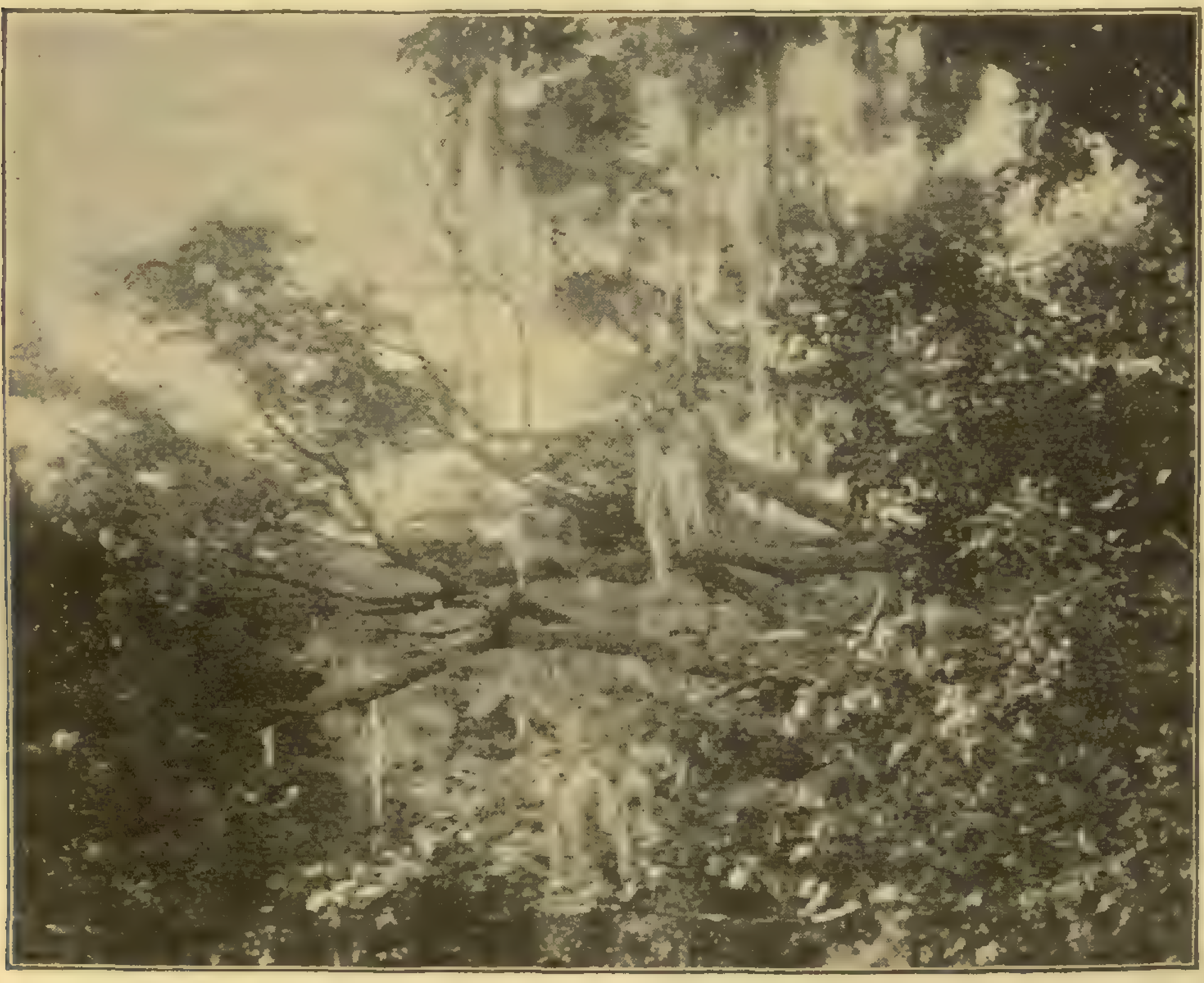


Fig. 166. — Sainte-Croix : *Eriodendron anfractuosum* dont les grosses branches horizontales sont garnies de longues touffés de *Tillandsia usneoides*.

Une autre excursion dans les régions boisées de Sainte-Croix a été celle du Crequis, vallée ressemblant fort à celle de Caledonia. Au travers de la vallée un courant d'eau coule dans la direction de l'ouest vers l'est. Cette vallée n'a guère été touchée par la culture; aussi, elle est en quelque sorte plus attrayante. On dit qu'il y a quelques années on ne pouvait la traverser, mais de nos jours une route bien commode nous mène à travers d'elle. De grands *Adansonia* à feuilles digitées et portant des fruits bruns, fusiformes et longs d'un pied, disputaient en hauteur avec le *Bucida*, le *Hura* *crepitans* et des Figuiers. L'*Eriodendron* étend horizontalement ses grosses branches, garnies de longues touffes grises ou blanches, formées par le *Tillandsia usneoides* (voyez fig. 166). C'est là une épiphyte qui n'est pas comme la plupart de ces plantes enracinée sur un support, elle pend au contraire complètement libre par-dessus les branches et les rameaux, absorbant l'humidité par ses nombreux poils gris. Il est à croire que cette plante se propage en volant d'un arbre à un autre au gré du vent. Parmi les autres arbres, il faut surtout nommer les arbres à pain (*Artocarpus incisa*) dont on trouvait ici de nombreux exemplaires très serrés. Ils faisaient vraiment, avec leurs larges feuilles d'un vert frais, une impression d'abondance et de richesse. Citons enfin les jolis *Eugenia* complètement lisses, apparaissant en général comme arbustes ou arbres très petits, le *Mammea americana*, etc.

Tout près de la petite rivière dont j'ai parlé dans ce qui précède, on trouvait dans le terrain humide le *Psilotum triquetrum* Sw., de la famille des Lycopodiacées, remarquable par son rhizome souterrain qui manque de racines. En outre, on voyait un représentant de la famille des Urticées, le petit *Pilea microphylla* Liebm. qui a quelquefois une certaine ressemblance au point de vue de l'apparence extérieure avec les *Selaginella*.

La description, donnée par M. Boergesen pendant son voyage précédent en 1892, peut servir à nous donner une idée des forêts de Sainte-Croix.

« Le Mont Eagle, la plus haute montagne de Sainte-Croix, est couvert de bois jusqu'au sommet. On y arrive en se promenant à cheval par une route assez pénible et difficile, allant tout le temps à travers des forêts. Les plus grands des arbres sont surtout des exemplaires de l'*Eriodendron anfractuosum* qui maintenant, au mois de février, était entièrement dépouillé de feuilles et qui contraste ainsi avec l'autre végétation. Il faut citer encore le *Cecropia peltata*, des espèces du genre *Spondia*, le *Trichilia hirta*, le *Chrysophyllum*, etc.

Plus haut, il y a des Lianes, comme par exemple, le joli *Cissampelos Pareira*, plante à feuilles grises, revêtues de poils et à de nombreuses petites fleurs, plusieurs Sapindacées, les *Cissus trifoliata* et *sicyoides*, le *Polypodium Swartzii*, rampant sur les troncs, et des épiphytes, par exemple, des Aracées, et tout au sommet de la montagne, on trouve, enfin, dans un arbuste de grands exemplaires de l'*Epidendrum ciliare*.

La vue qu'on a de cette place élevée est superbe. Vers le nord, on aperçoit la mer au-dessus des pentes boisées, au sud de la région cultivée, les plantations des cannes à sucre s'étendent sous nos pieds. Ces plantations avec des villages de nègres y forment des taches blanches et dans le lointain on voit dans la lagune de Krause des forêts de Mangrove d'un vert foncé. Derrière tout cela l'océan infini s'ouvre devant nous avec des vagues changeantes et d'un bleu foncé. »

Les grandes forêts magnifiques sont en elles-même bien plus attrayantes que les secs taillis de *Croton*, mais ces derniers sont peut-être d'un plus grand intérêt puisqu'ils se développent sous les conditions vitales les plus extrêmes. La végétation plus haute et plus abondante des forêts pourra toujours mieux conserver l'humidité que les bas bocages, tout brûlés par le soleil. De plus la quantité d'eau tombée pendant une année n'est pas considérable pour un pays des tropiques (environ 48 pouces anglais) (1). De cela il s'ensuit aussi que les plantes des taillis de *Croton* ont un caractère xérophile. C'est là une circonstance que j'ai déjà nommée plus haut, mais ce qui nous montre le mieux l'influence de la nature sèche des environs c'est la structure interne des feuilles.

2° ANATOMIE DE QUELQUES FEUILLES XÉROPHILES

Nous pouvons diviser en trois groupes les feuilles examinées au point de vue anatomique.

I. *Feuilles bien couvertes de poils.*
II. *Feuilles lisses ou peu couvertes de poils.*
III. *Feuilles pennées des Légumineuses.*

I. **Feuilles bien couvertes de poils.**

Les feuilles sont revêtues d'une couverture épaisse de poils, le plus souvent formée de poils étoilés, plus rarement de poils simples ordinaires, comme par exemple dans les *Lantana*.

La figure 167 nous montre le rôle important qu'une telle couverture de poils peut jouer pour la feuille. Les poils sont plus nombreux à la face inférieure où se trouvent les stomates (ceux-ci manquent absolument à la face supérieure). Un grand nombre des poils étoilés de la face inférieure sont pédicellés, tandis qu'à la face supérieure ils sont moins nombreux et n'ont pas de pied. Dans le *Lantana involucrata*, représenté ici-après, les poils simples (non pas étoilés) sont à la face inférieure longs et courbés, à la face supérieure plus courts et en même temps plus droits.

---

(1) Voyez Eggers : *St-Croix's Flora*.

Outre ces poils, il y a souvent de courts poils glanduleux à l'une, quelquefois même à toutes les deux faces de la feuille. Parmi les principaux traits caractéristiques, ce type de feuilles, nous voulons nommer : 1° un épiderme, quoiqu'épais, ayant souvent des parois minces ; cet épiderme est couvert d'une cuticule, mais ne présente point de couches extérieures cuticularisées ; 2° à la face supérieure une couche de palissades généralement indivises ; 3° le manque d'une telle couche à la face inférieure ; 4° un parenchyme lacuneux, composé de cellules à peu près isodiamétriques. Les feuilles sont ainsi dorsiventrales. Souvent les nervures sont entourées de gaines hyalines limpides. Encore une qualité caractéristique commune consiste en ce qu'il n'y a pas de cellules ligneuses, et pas de tissu mécanique.

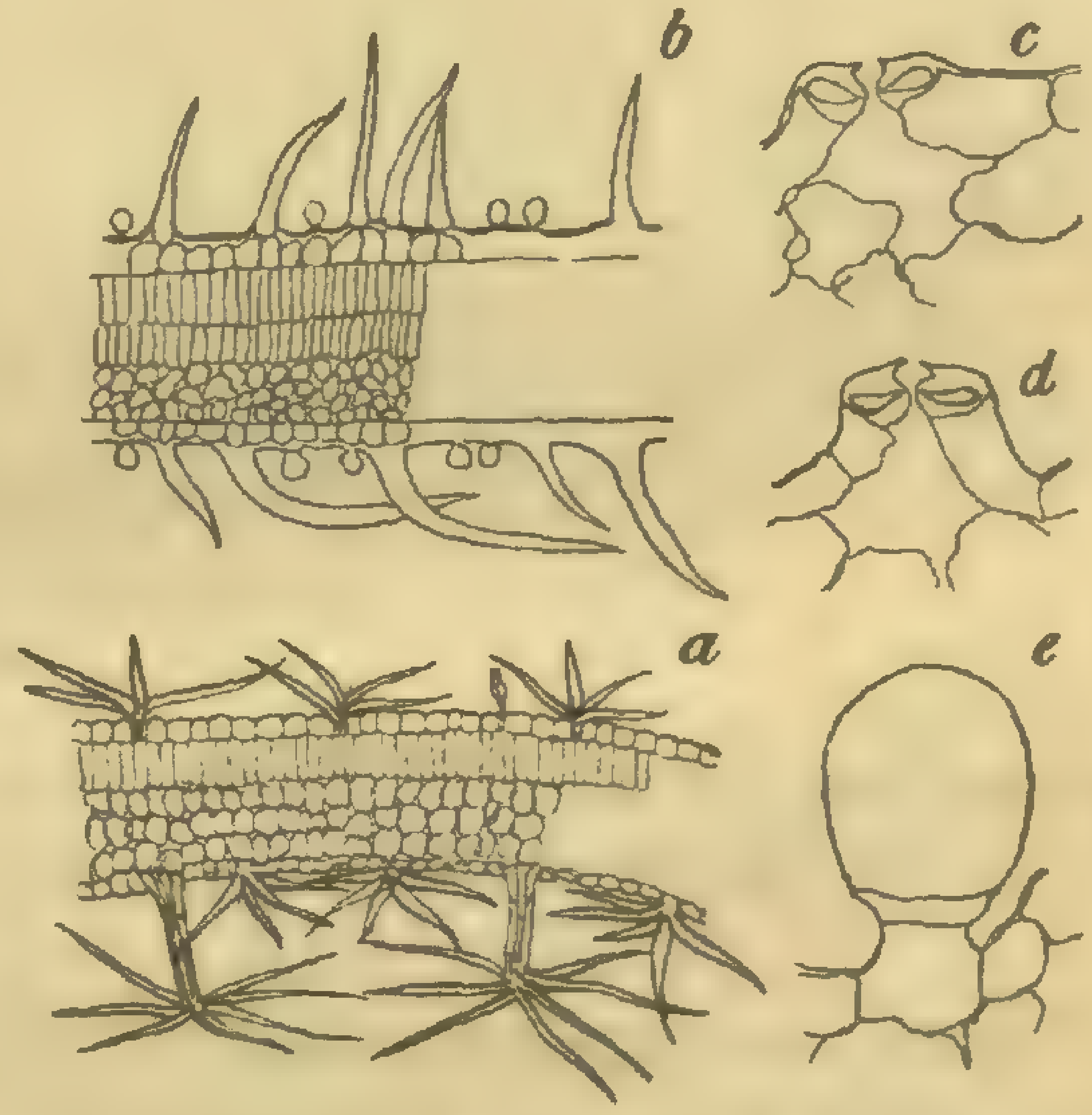


Fig. 167 à 171. — Feuilles revêtues de poils. — *a*, *Solanum polygamum* ; *b*, *Lantana involucrata*, *c* et *d*, stomates dans cette dernière plante ; *e*, poils glanduleux de la même plante (fig. *c*, *d*, *e*, dessinées par M. Warming).

Croton flavens L. (Euphorbiacée) (fig. 172).

Les feuilles pétiolées ont une forme à peu près oblongue, elliptique. En outre elles sont presque entières (fig. 153, *13*), revêtues à toutes les deux faces d'une épaisse couverture, souvent jaune, formée de poils étoilés qui du reste couvrent toutes les parties encore jeunes de la plante. Les feuilles ne s'enroulent pas ni se courbent d'aucune autre manière pour éviter l'ardeur du soleil ; pourtant M. Warming dit avoir vu, à la Barbade, sur des roches calcaires, des arbustes de *Croton* dont les feuilles s'étaient enroulées en forme de gouttière? La feuille *a*, représentée ci-dessus, a été récoltée sur une plante poussant à Barbade, et elle paraît, à juger par ce dessin, plus mince que celle représentée par la figure *b*, qui est pourtant dessinée avec un grossissement plus fort que l'autre, la feuille *b* a été prise à Saint-Thomas. L'épaisseur moins considérable, de la feuille *a* dépend-elle de ce qu'elle a été repliée, je ne saurais le décider.

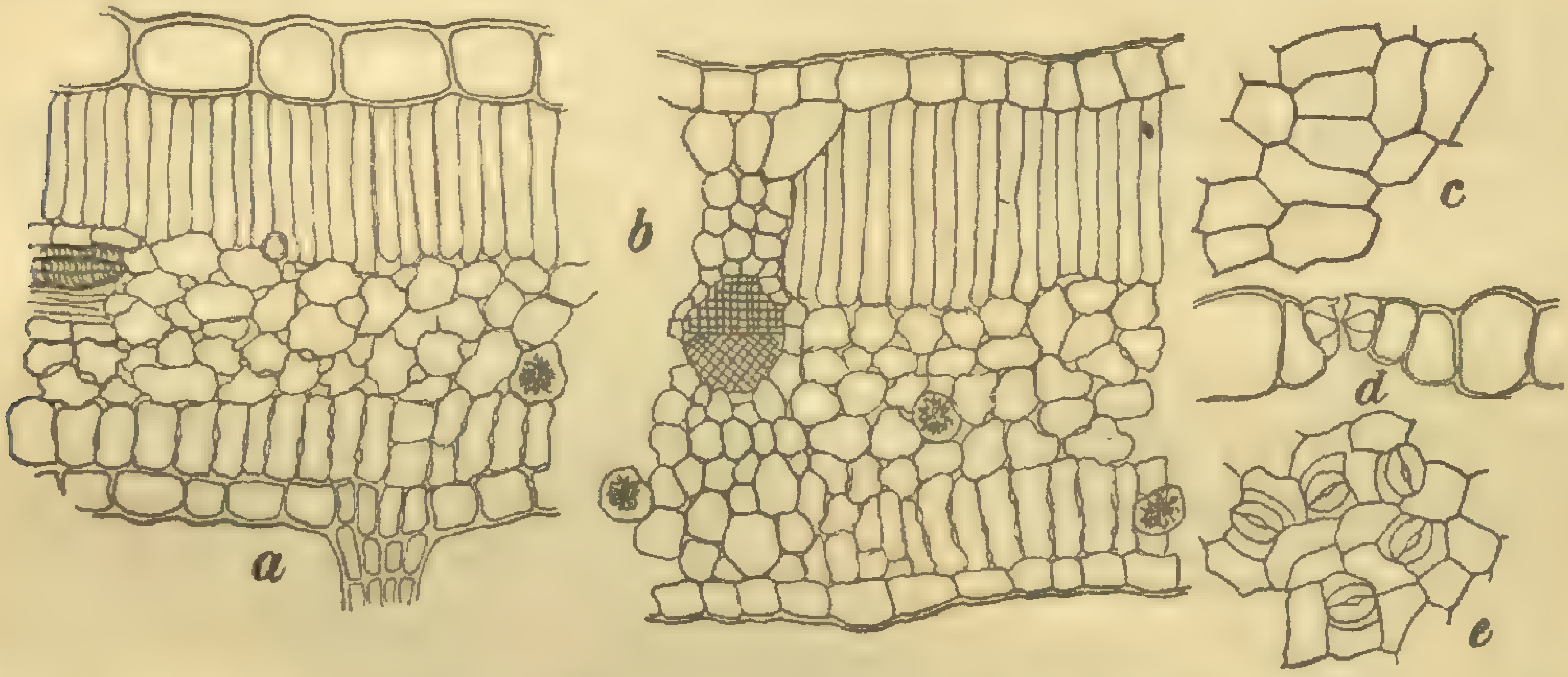


Fig. 172 à 176. — *Croton flavens.* — *a* et *b* (*a*, de la Barbade) ; *b*, de St-Thomas : *c*, épiderme supérieur ; *d*, stomate ; *e*, épiderme inférieur.

L'épiderme, qui est composé d'une seule couche de cellules, est assez épais. A la face inférieure les cellules sont au point de vue de la hauteur aussi bien que de l'étendue un peu plus petites qu'à la face supérieure. Vues en coupe tangentielle elles sont à peu près polygonales (fig. *e, e*). On ne trouve pas de couches cuticularisées dans les parois extérieures qui deviennent violettes avec du chlorure de zinc iodé. Ce n'est qu'à la face inférieure qu'il y a des stomates ; elles sont au niveau de la surface ou bien s'élèvent un peu au-dessus d'elle (fig. *d, e*).

Il y a une couche de hautes palissades quelquefois cloisonnées horizontalement. Au-dessous de cette couche on rencontre un parenchyme lacuneux composé de 3, 4 à 5 couches de cellules, peu près isodiamétriques ou avec de faibles proéminences. Les méats intercellulaires sont considérables. Un grand nombre des cellules du parenchyme renferment des cristaux agglomérés d'oxalate de chaux. Les cellules formant la couche qui adhère à l'épiderme inférieur sont de courtes cellules palissadiques à parois ondulées.

Solanum polygamum Vahl., d'Orkanoen (fig. 167 *a* et 177).

C'est un arbuste, ressemblant tellement au *Croton flavens* lorsqu'il manque d'épines que l'on pourrait bien le confondre avec celui-ci. La forme des feuilles est représentée par la fig. 153, *11*. Les poils mêmes ressemblent fort à ceux du *Croton;* pourtant il y a à toutes les deux faces de la feuille de petits poils glanduleux, chose que je n'ai point remarquée dans le *Croton*. Pour ce qui concerne la structure interne de la feuille elle diffère de celle du *Croton* par des cellules palissadiques plus courtes (la feuille tout entière est un peu moins épaisse, par le fait que le parenchyme lacuneux est composé de trois couches de cellules assez régulières, carrées à angles arrondis, et enfin par ce que les palissades que l'on trouve à la face inférieure de la feuille du *Croton* manquent ici. Comme dans le *Croton* les stomates sont à la face inférieure au niveau des autres cellules de l'épiderme ou bien s'élèvent un peu au-delà d'elles.

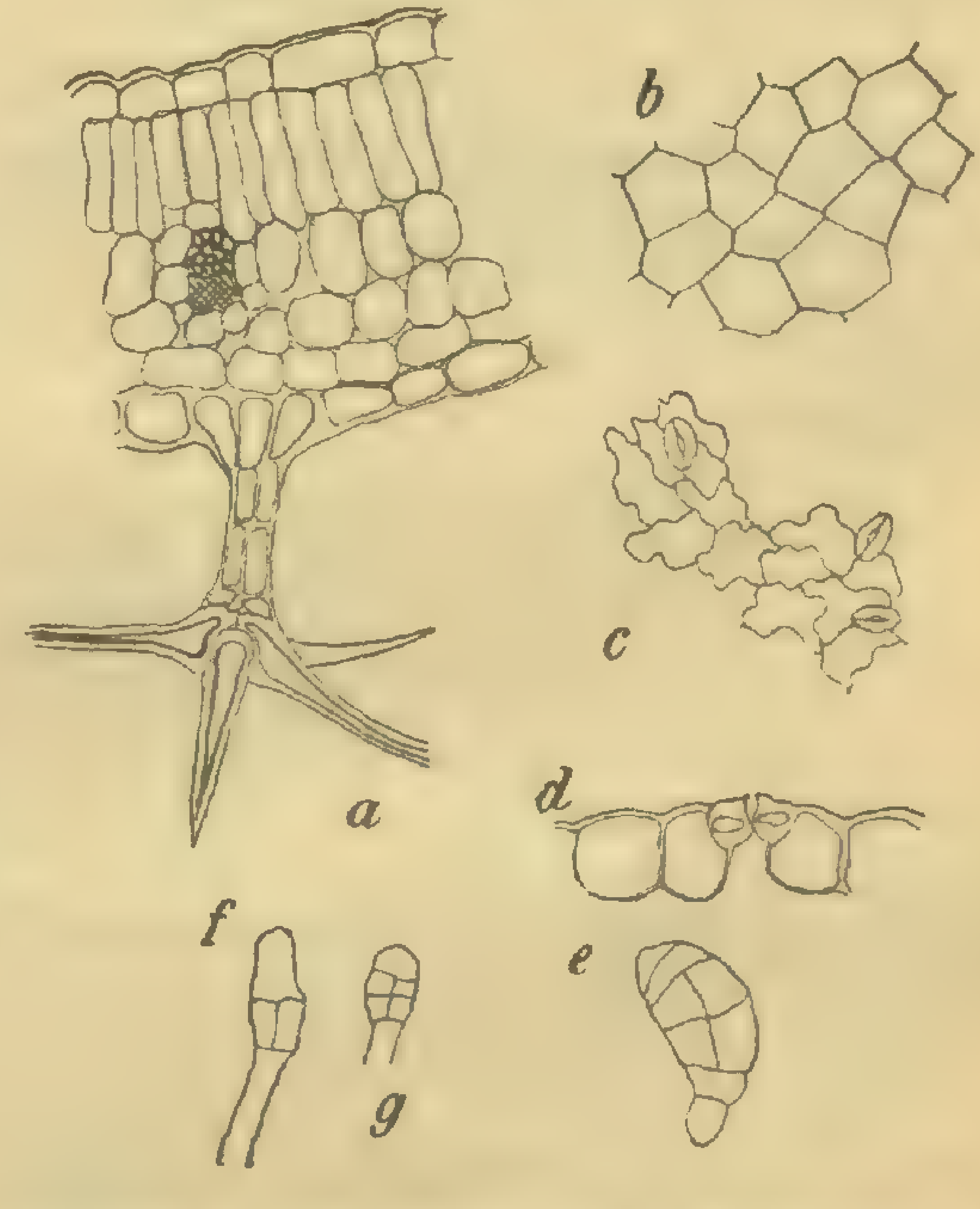


Fig. 177 à 183. — *Solanum polygamum.* — *a*, coupe transversale ; *b*, épiderme supérieur ; *c*, épiderme inférieur ; *d*, stomate ; *f*, poil glanduleux ; *e*, poil glanduleux du *Melochia tomentosa* ; *g*, poil glanduleux du *Corchorus hirsutus.*

Melochia tomentosa L. (Sterculiacée), de Saint-Thomas.

C'est un arbuste à feuilles assez petites, ovoïdes (fig. 153, *18*). Des poils étoilés se trouvent à toutes les deux faces de la feuille, surtout en grande abondance à la face inférieure, mais ils ne sont jamais pédicellés. A toutes les deux faces il y a des poils glanduleux claviformes, pédicellés (fig. 177, *f*). L'épiderme supérieur est très épais sans posséder néanmoins des parois épaissies, mais la plupart des parois intérieures sont mucilagineuses, et toutes les cellules de l'épiderme sont remplies d'une substance brunâtre, du tanin. L'épiderme inférieur est plus mince, et les cellules qui le composent contiennent aussi du tanin ; les parois externes ne sont pas mucilagineuses.

Le mésophylle se compose de cinq à six couches de palissades ; les deux couches supérieures sont les plus épaisses (ces cellules sont les plus longues), et forment à elles seules plus de la moitié de la grosseur du mésophylle. De temps en temps on trouve de longues cellules (par exemple ayant à peu près la longueur double des palissades les plus longues et étant en même temps parallèles à celles-ci) qui renferment chacune un cristal prismatique d'oxalate de chaux.

Lantana involucrata L. (Verbénacée), de Saint-Thomas (fig. 167, *b*, *c*, *d*, *e*).

Le *Lantana* est un arbuste à feuilles à peu près ovales, crénelées et faciles à reconnaître par la nervation réticulée (fig. 153, *14*). Il n'y a pas de poils étoilés, mais au lieu de ceux-ci des poils simples, tout ordinaires. A la face supérieure ceux-ci sont courts et presque droits, tandis qu'à la face inférieure ils sont longs et courbés (tous dans la même direction). En outre on trouve à toutes les deux faces de la feuille de petits poils bruns globuleux à parois toutes minces. Dans ces poils, on observe une basse cellule qui leur sert de base (fig. 167, *e*).

L'épiderme est assez épais, et ici les parois externes sont plus épaisses que chez les plantes précédentes. L'épiderme inférieur est plus mince et renferme des stomates qui font un peu saillie de la surface (fig. 167, *c*, *d*). Vues de face, les cellules de l'épiderme supérieur sont à peu près polygonales, tandis que celles de l'épiderme inférieur ont des parois faiblement ondulées. Il y a deux couches de palissades disposées souvent un peu moins régulièrement que sur la fig. 167, *b*, et encore 3 à 4 couches de cellules de parenchyme lacuneux polygonales arrondies. Autour des nervures, il y a une gaine de cellules hyalines.

Corchorus hirsutus L. (Tiliacée), de Sainte-Croix.

Le *Corchorus* est un arbuste dont les feuilles elliptiques et crénelées ont de nombreux poils étoilés (fig. 153, *22*). Les poils sont pourtant moins nombreux à la face supérieure dont l'épiderme est très épais; à la face inférieure, au contraire, où l'épiderme est plus mince et les parois peu épaisses, on en trouve plus (et cela même à un degré bien remarquable). En outre on rencontre des poils glanduleux tels qu'on les trouve dans le *Melochia*, c'est-à-dire ayant la même forme et la même grandeur que dans celui-là (fig. 177).

L'épiderme supérieur forme à lui seul presque un tiers de toute la grosseur de la feuille. Les cellules sont très hautes et très limpides ; leurs parois intérieures sont mucilagineuses et leurs parois externes se montrent assez épaisses. Les parois des cellules de l'épiderme inférieur sont toujours toutes minces et les stomates un peu saillants. A toutes les deux faces de la feuille, les cellules de l'épiderme sont vues polygonales, mais leurs parois sont pourtant faiblement ondulées.

Il y a une couche de palissades bien caractéristiques et au-dessous de cette couche on trouve un parenchyme lacuneux dont les cellules supérieures sont un peu allongées. En tout, le parenchyme lacuneux se compose de trois couches de cellules. Des cristaux agglomérés ne manquent pas. Les nervures sont entourées de gaines limpides.

Castela erecta Turp. (fig. 184).

C'est là un arbuste dont les feuilles presque elliptiques sont lisses à la face supérieure, mais couvertes de soies à la face inférieure. La structure de la feuille a été examinée par M. Warming qui a bien voulu remettre entre mes mains ses dessins et ses notes sur ce sujet.

L'épiderme supérieur, très épais et divisé par des cloisons parallèles à la surface, a des parois intérieures mucilagineuses (*sl.* fig. 184, *b*). Le mucilage est quelquefois très distinctement divisé en plusieurs couches superposées. L'épiderme inférieur est bien plus mince et porte des stomates à cellules accessoires. Les stomates sont un peu saillants et les cellules sont quelquefois cloisonnées horizontalement (fig. *b*).

A toutes les deux faces les parois externes sont cuticularisées. A la face supérieure il y a trois couches de palissades, mais à la face inférieure on n'en trouve qu'une seule, peu marquée.

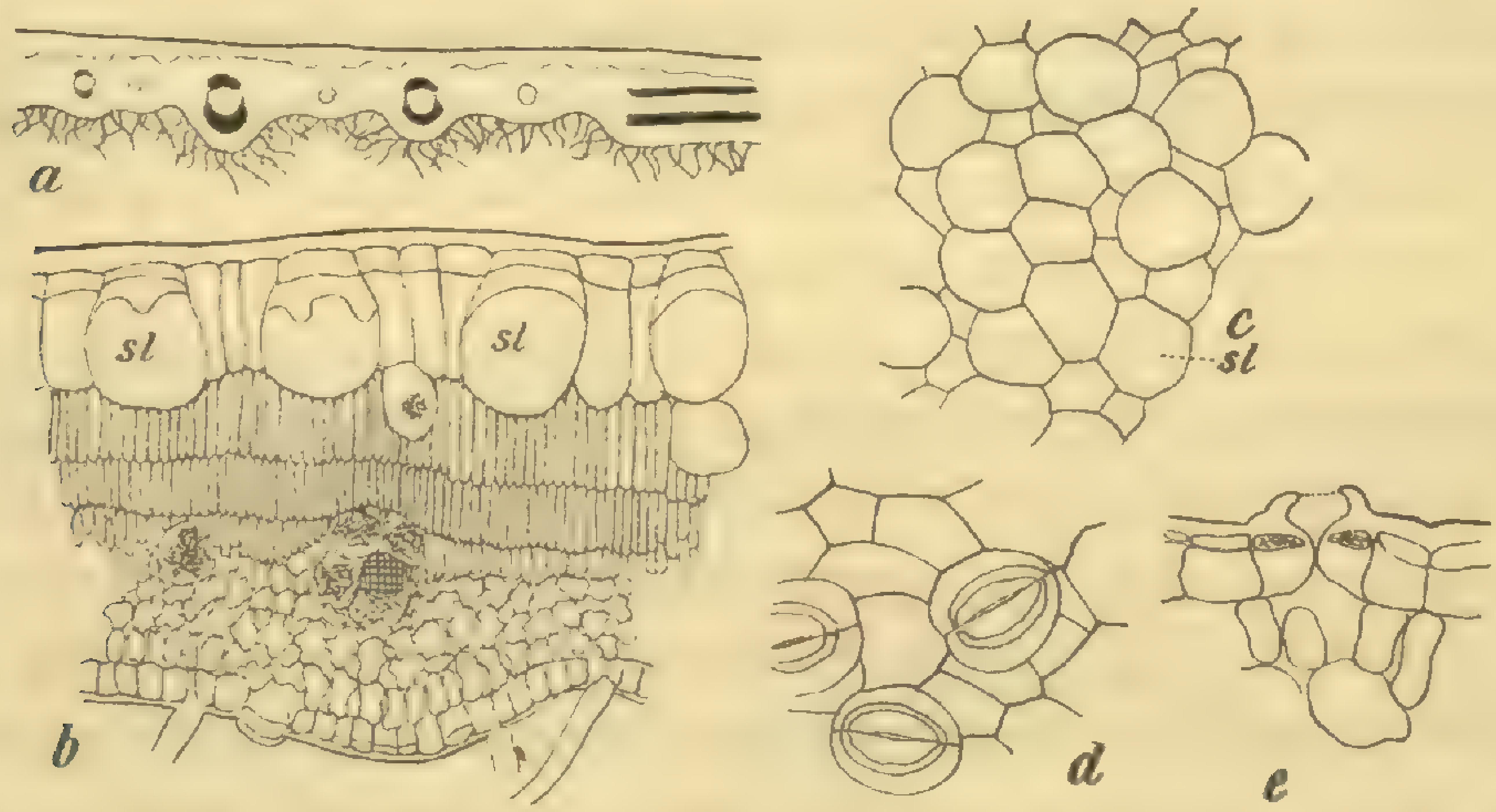


Fig. 184 à 187. — *Castela erecta*. — *a* et *b*, coupe transversale ; les parties noires représentent le tissu mécanique qui entoure les nervures ; *sl*, mucilage ; *c*, épiderme supérieur : *d*, épiderme inférieur ; *e*, stomates (dessin de M. Warming).

Le parenchyme lacuneux se compose de deux à quatre couches de cellules un peu étoilées. Le mésophylle renferme de nombreux cristaux agglomérés. Les plus grandes des nervures sont couvertes d'un tissu mécanique.

II. — Feuilles lisses ou peu couvertes de poils

Dans les feuilles lisses on pourrait s'attendre à trouver une anatomie bien différente de celle des feuilles revêtues de poils. Pourtant la différence n'est pas très considérable. On trouve dans l'un et l'autre cas le même épiderme épais qui en général caractérise les plantes des régions sèches et souvent les mêmes parois intérieures mucilagineuses. Dans l'épiderme des feuilles lisses les parois sont pourtant plus épaisses que chez les feuilles revêtues de poils, et dans celles-là on trouve généralement des couches cuticularisées sous la cuticule. Jamais il n'y a de stomates qu'à la face inférieure, et cette règle s'applique aux feuilles lisses aussi bien qu'aux feuilles revêtues de poils; dans celles-ci, ils sont quelquefois saillants sur la surface. Les palissades des feuilles lisses ne forment en général qu'une couche unique — ainsi que celles des feuilles revêtues de poils — pourtant on trouve parfois des cellules allongées cloisonnées (*Randia aculeata*). Le parenchyme lacuneux forme quelquefois des cellules étoilées caractéristiques (*Cordia Sebestena*, *Citharexylum cinereum*), mais cela n'arrive que rarement et ne devient jamais un caractère propre des feuilles lisses. Çà et là, le mésophylle renferme des cristaux agglomérés.

Il n'y a point de tissu mécanique dans les feuilles couvertes de poils, mais dans quelques-unes des feuilles lisses on en trouve, par exemple dans le *Citharexylum cinereum*, le *Coccoloba microstachya* et le *Tecoma leucoxylon*. En ce cas le tissu couvre les nervures et s'étend jusqu'à l'épiderme. Quelquefois, on y observe du tanin (*Randia aculeata*, *Myginda pallens*), mais on en trouve aussi dans le *Melochia*.

En comparant les figures ci-dessous avec celles qui précèdent, on pourra mieux juger des différences et des ressemblances qui existent.

Dans ce qui suit nous allons commencer par les feuilles qui manquent de tissu mécanique pour finir par celles qui en sont fournies.

A. — Feuilles sans tissu mécanique.

Randia aculeata L. (Rubiacée), de Saint-Thomas (fig. 188).

C'est là un arbuste à petites feuilles minces, brillantes et ovales, à base pointue (fig. 153, *4*).

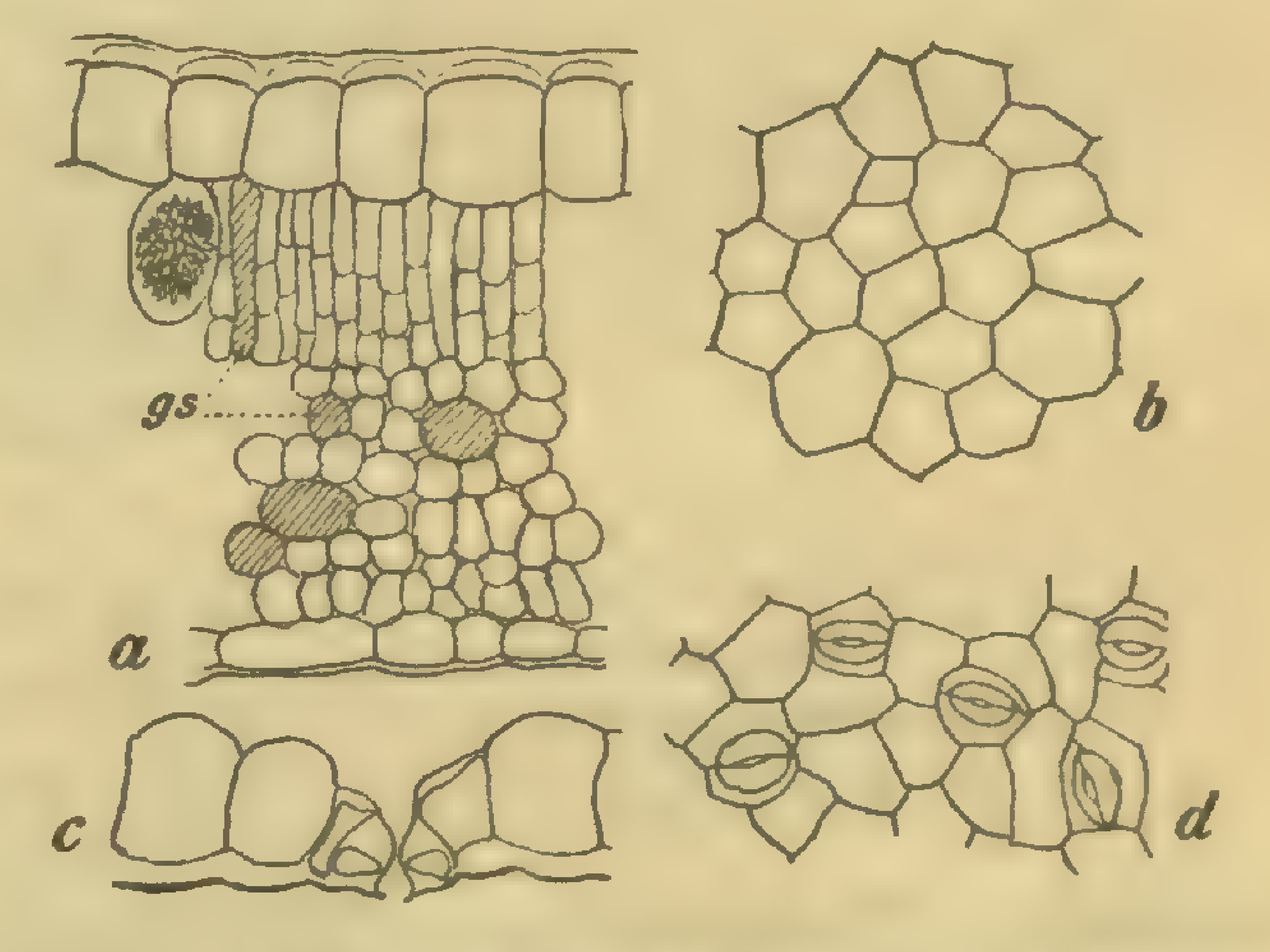


Fig. 188 à 191. — *Randia aculeata*. — *a*, coupe transversale; *gs*, cellules à tanin; *b*, épiderme supérieur et *d*, épiderme inférieur; *e*, stomate.

La feuille est dorsiventrale. L'épiderme est épais, surtout à la face supérieure où il forme à lui seul un cinquième de toute l'épaisseur de la feuille. A toutes les deux faces les cellules de l'épiderme se montrent, vues de face, polygonales. La face inférieure seule porte des stomates, et ceux-ci, qui ont des cellules accessoires, se trouvent au niveau de l'épiderme ou font un peu saillie. Les palissades sont divisées en 3 à 4 cellules qui sont très minces et ne renferment point d'amidon, mais de grandes gouttes d'huile. Pourtant, il y a quelques cellules allongées indivises, et celles-ci sont remplies de tanin. Entre les cellules du parenchyme on peut trouver de grandes cellules à tanin (*gs*, fig. 188, *a*) qui font souvent sur la feuille entière une ligne colorée (dans la direction longitudinale). Le parenchyme se compose de 4 à 6 couches de cellules. Le long des nervures on trouve de longues cellules à tanin (*gs*), et du reste tout le mésophylle se colore en vert par le sulfate ferreux, ce qui fait croire qu'il est tout rempli de tanin.

Bursera gummifera L. (Térébinthacée), de Sainte-Croix (fig. 192).

Voilà un arbre à feuilles imparipennées dont les folioles, pourvues de pétiolules, sont brillantes et oblongues-ovales à base cordiforme.

La structure en est dorsiventrale. L'épiderme est épais, surtout à la face supérieure où quelques-unes des cellules sont plus limpides et plus grandes que les autres. Celles qui sont plus petites renferment de petits granules dont il nous est impossible de définir la nature (des granules semblables se trouvent dans les cellules palissadiques). Ce n'est qu'à la face inférieure qu'on trouve des stomates, peu ou point du tout saillants. Il n'y a qu'une couche unique de palissades contenant des corpuscules qui montrent la présence de graisse (par l'acidum superosmicum) ainsi que celle de tanin (réactif de Gardiner-Rose, sulfate ferreux). Pas d'amidon. Le parenchyme, lacuneux (spongieux), qui se compose de quatre à cinq couches de cellules et qui offre beaucoup de lacunes, renferme des cristaux agglomérés.

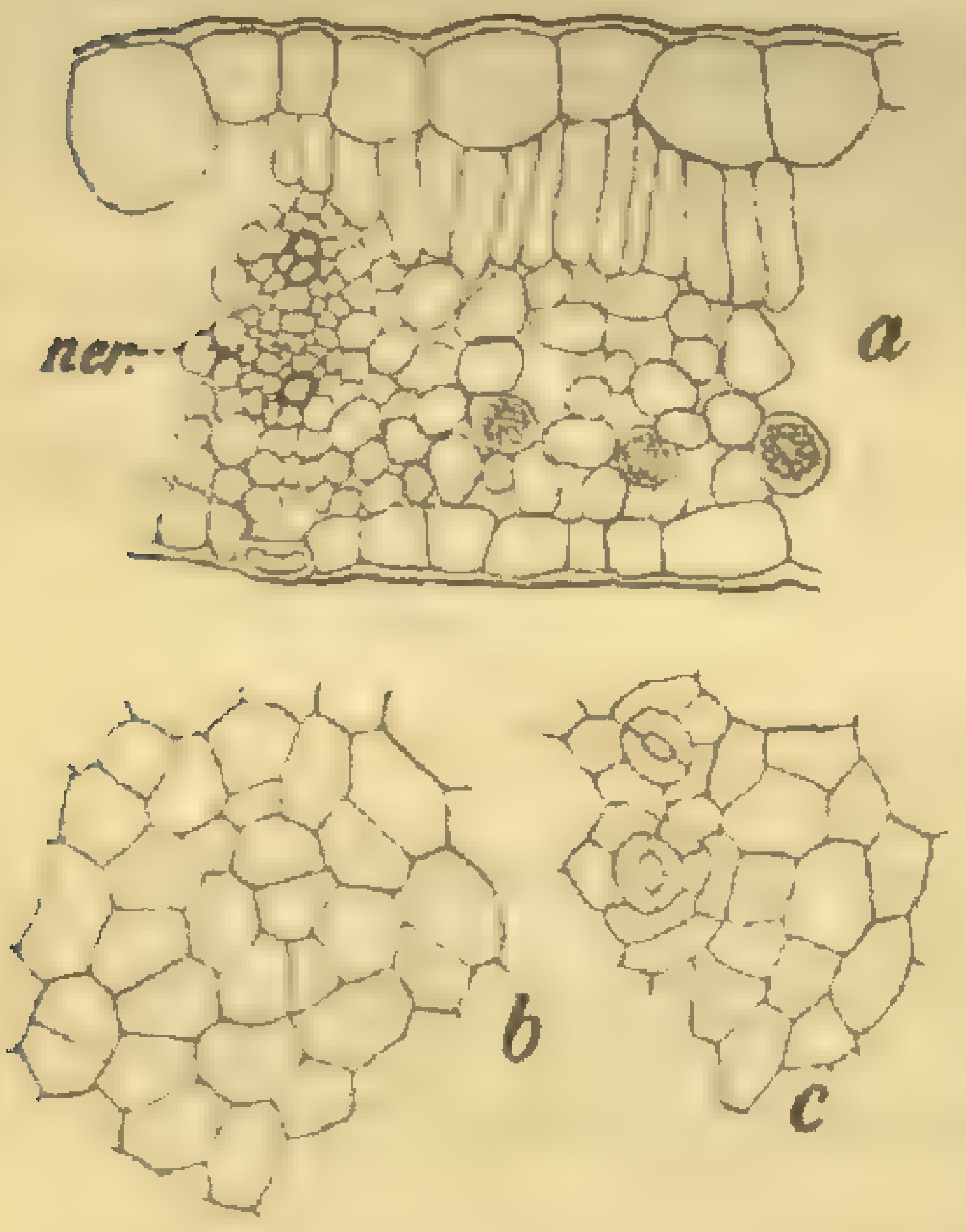


Fig. 192 à 194. — *Bursera gummifera*, jeune feuille. — *a*, coupe transversale ; *ner* nervure ; *b*, épiderme supérieur ; *c*, épiderme inférieur.

Tricera lœvigata Sw. (*Buxus Vahlii* Baill.) (Euphorbiacée), de Sainte-Croix (fig. 195).

Arbuste à feuilles presque ovales, épaisses et charnues. Elles sont un peu verticalement dressées, d'où il s'ensuit qu'elles ne sont que peu dorsiventrales.

A toutes les deux faces l'épiderme est épais ; les cellules sont hautes et s'appliquent très régulièrement les unes contre les autres. Celles de l'épiderme supérieur ressemblent à celles de l'épiderme inférieur, même vues de face (voyez fig. *b, c*). Il y a encore des poils glanduleux très enfoncés (fig. *f*).

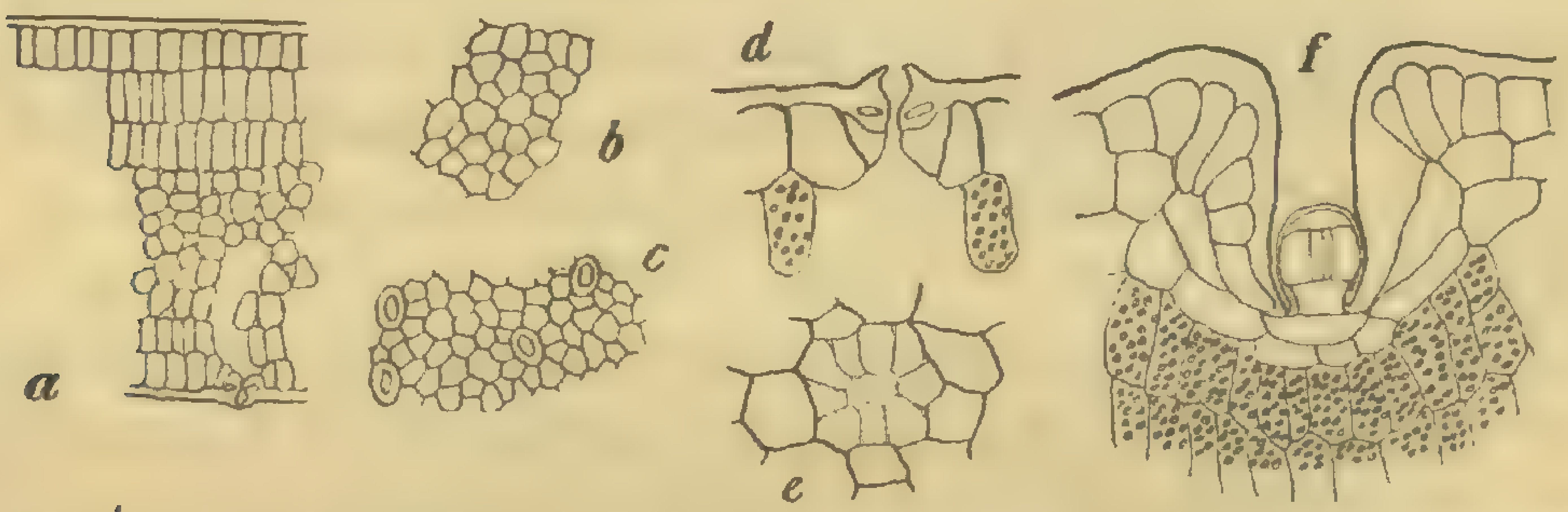


Fig. 195. — *Tricera lœvigata* — *a*, coupe transversale ; *b* et *c*, épidermes supérieur et inférieur ; *d*, stomate ; *e*, méat intercellulaire, vu de dedans ; *f*, poil glanduleux. (Fig. *f*, dessinée par M. le Prof. Warming).

Les stomates ne se trouvent qu'à la face inférieure où ils sont au niveau de l'épiderme. Il y a deux couches de cellules allongées à chacune des faces de la feuille, mais celles de l'épiderme supérieur sont mieux développées que celles de l'épiderme inférieur.

Tout au milieu on trouve un parenchyme, formé d'environ cinq couches de cellules arrondies. Pas de cristaux agglomérés.

Cette feuille représente un type presque à part. Eggers dit qu'elle aime surtout des régions calcaires.

Myginda pallens Sm. ? (Célastrinée), de Sainte-Croix et de Saint-Thomas.

Arbuste, certainement à ranger parmi la végétation appelée par M. Eggers « la formation de transition ». Le contour des feuilles est circulaire à base un peu pointue. En outre les feuilles sont sinuées et plus ou moins dorsiventrales. L'épiderme n'est pas bien épais, mais les parois externes sont comparativement fortes et cuticularisées. Vues d'en haut les cellules de l'épiderme sont, à toutes les deux faces de la feuille, polygonales. La face inférieure seule porte des stomates au niveau de la surface.

La structure du mésophylle se montre un peu variée (1) dans les diverses préparations examinées.

A la face supérieure, on voit souvent trois couches de palissades, mais quelquefois il n'y en a que deux, tandis que la troisième n'est que faiblement indiquée. A la face inférieure on peut distinguer une ou deux couches ; parfois les palissades y manquent pourtant parfaitement. Dans une feuille dont l'épaisseur sur l'un des côtés de la nervure principale n'était que deux tiers de celle à l'autre côté, la partie mince avait deux couches de palissades à la face supérieure (la troisième faiblement indiquée) et une couche à la face inférieure, tandis que la partie grosse de la feuille avait trois couches à la face supérieure et deux à la face inférieure. Dans un cas pareil le parenchyme lacuneux devient naturellement bien réduit : et ne se compose que de 1 à 2 couches de cellules arrondies.

En d'autres cas on trouve 2 à 3 couches de palissades à la face supérieure (s'appliquant assez irrégulièrement les unes contre les autres), et au-dessous de celles-ci un parenchyme lacuneux, composé de 4 à 5 couches de cellules polygonales arrondies. A la face inférieure il n'y a pas de palissades.

Les nervures sont couvertes d'un sclérenchyme assez faible.

Le mésophylle renferme des cristaux agglomérés et quelques grandes gouttes d'huile. En outre la feuille contient beaucoup de tanin ; quelques-unes des cellules palissadiques en sont toutes remplies, dans d'autres une partie (la partie supérieure) en est pleine, et d'autres encore (de la couche supérieure) ont la partie externe séparée par une paroi et remplie de tanin, tandis que le reste de la palissade en manque. Quelquefois on observe la disposition inverse. Dans certaines feuilles il arrive même qu'il se forme sous l'épiderme supérieur presque un hypoderme contenant du tanin, et il arrive même qu'un grand nombre des cellules palissadiques ainsi que quelques-unes des cellules du parenchyme lacuneux contiennent du tanin.

---

(1) Cela dépend peut-être de ce que les différentes espèces du genre *Myginda* sont mal limitées. Ainsi les feuilles examinées appartiennent peut-être à des espèces diverses, mais on ne peut pas les définir avec certitude.

B. — **Feuilles avec tissus mécaniques.**

Citharexylum cinereum L. (Verbénacée), de Saint-Thomas (fig. 201).

Arbuste à feuilles coriaces, brillantes, raides, presque oblongues (fig. 153, *8*) et rudes au toucher.

La feuille est dorsiventrale. L'épiderme est épais, surtout à la face supérieure, et ce sont principalement les parois externes qui sont épaissies. Sur la coupe tangentielle, elles se montrent fortement ondulées. Il y a deux espèces de poils à la face supérieure aussi bien qu'à la face inférieure : 1) des poils simples, courts et raides, à parois bien épaisses (fig. *b*) ; ce sont ceux qui rendent la feuille rude au toucher ; 2) des poils glanduleux peltiformes qui, si l'on ne compte pas la cellule formant la base, ne se composent que d'un étage unique de cellules (Fig. *c*, *d*, *e*).

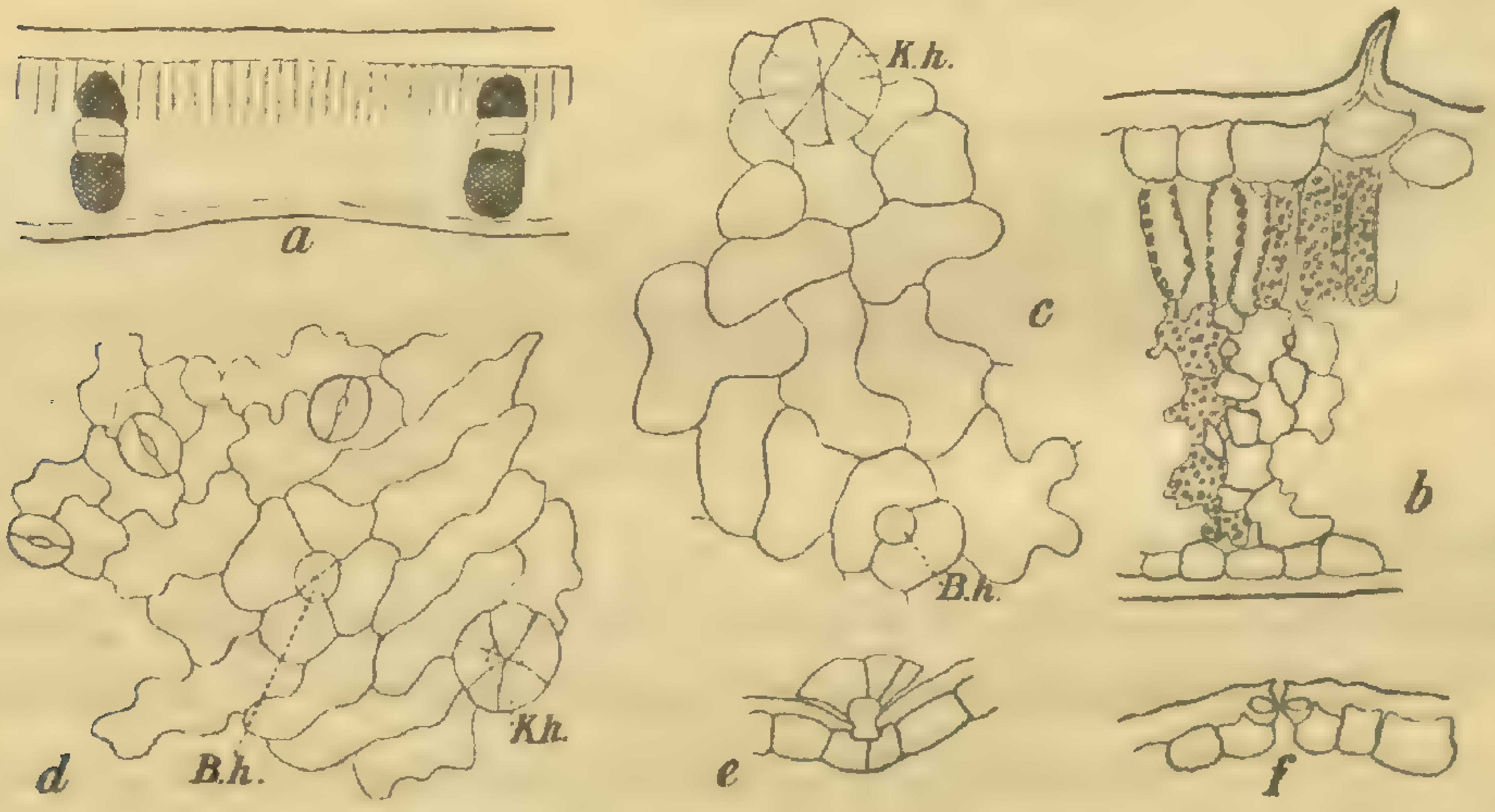


Fig. 301 à 206. — *Citharexylum cinereum.* — *a*, coupe transversale (grossissement faible) ; on voit les cellules palissadiques et les nervures avec leurs tissus mécaniques ; *b*, coupe transversale (grossissement plus fort) ; *c*, épiderme supérieur ; *d*, épiderme inférieur ; *B. h*, poil simple (soies) ; *K. h*, poils glanduleux ; *e*, poil glanduleux ; *f*, stomate.

Les stomates se trouvent à la face inférieure au niveau de l'épiderme. Il y a une couche unique de palissades et dans le parenchyme lacuneux à peu près quatre couches de cellules étoilées. Les nervures portent, sur les deux côtés, une couverture épaisse de tissu mécanique qui va presque à l'épiderme ou bien y adhère parfaitement.

Tecoma leucoxylon Mart. (Bignoniacée), de Sainte-Croix.

Arbre à feuilles digitées-ternées, coriaces, raides et brillantes (fig. 153, *1*).

Au point de vue anatomique cet arbre se joint aux plantes dont nous venons de parler. Il a le même épiderme, des poils glanduleux d'une structure identique (mais pas de soies) et enfin une couche de palissades, quelquefois divisées. Le parenchyme contient toutefois plus de lacunes, et les cellules qui le composent sont plus arrondies, quoiqu'un peu sinueuses. Les nervures ont du tissu mécanique d'une forme plus étroite que dans le *Citharexylum*. Elles adhèrent à l'épiderme.

Coccoloba microstachya W. (Polygonée), de Sainte-Croix.

Arbuste à feuilles assez minces, coriaces et brillantes. Elles sont dorsiventrales, même si ce n'est qu'à un degré peu considérable.

L'épiderme est épais, surtout à la face supérieure, et plusieurs des parois intérieures sont mucilagineuses. Les cellules renferment du tanin qui est du reste répandu partout dans la feuille. De petits poils sont enfoncés à toutes les deux faces de la feuille. La face inférieure seule porte des stomates, au niveau de la surface.

Deux couches de palissades se trouvent à chacune des faces de la feuille, mais mieux développées à la face supérieure. Le parenchyme spongieux ne se compose que de deux couches. Les parois des nervures, fortement épaissies, adhèrent à l'épiderme.

Elæodendron xylocarpum D C. (Célastrinées), d'Orkanoen (fig. 207).

Ce petit arbre habite surtout les côtes rocheuses, mais puisqu'on le trouve aussi dans l'intérieur des îles, par exemple, à Orkanoen, nous voulons ici en faire l'objet d'un examen spécial, surtout qu'il diffère peu des plantes que nous venons de décrire.

Les feuilles sont à peu près ovales et en outre grasses, raides et brillantes (scarieuses). Elles sont d'un vert pâle, ce qui est dû à l'épiderme épais qui, formé de trois couches de cellules, couvre la face supérieure. Cet épiderme est du reste bien caractéristique. La couche cuticularisée est assez épaisse (voyez fig. *b* où la ligne très fine au-dessus des cellules extérieures indique la fin de cette couche). Dans ces trois couches les parois des cellules sont épaissies comme dans de le collenchyme ; on distingue clairement une couche intercellulaire ; la lumière des cellules augmente vers l'intérieur. Dans la couche extérieure de cellules on trouve souvent des cristaux d'oxalate de chaux, enfermés dans une substance de cellulose (fig. *c*, *d*, *e*). Les cellules sont liées par des pores. L'épiderme inférieur est analogue à l'épiderme supérieur, mais généralement il n'a que deux couches de cellules (fig. *d*), quelquefois il y en a pourtant trois. Les stomates sont au niveau de la surface.

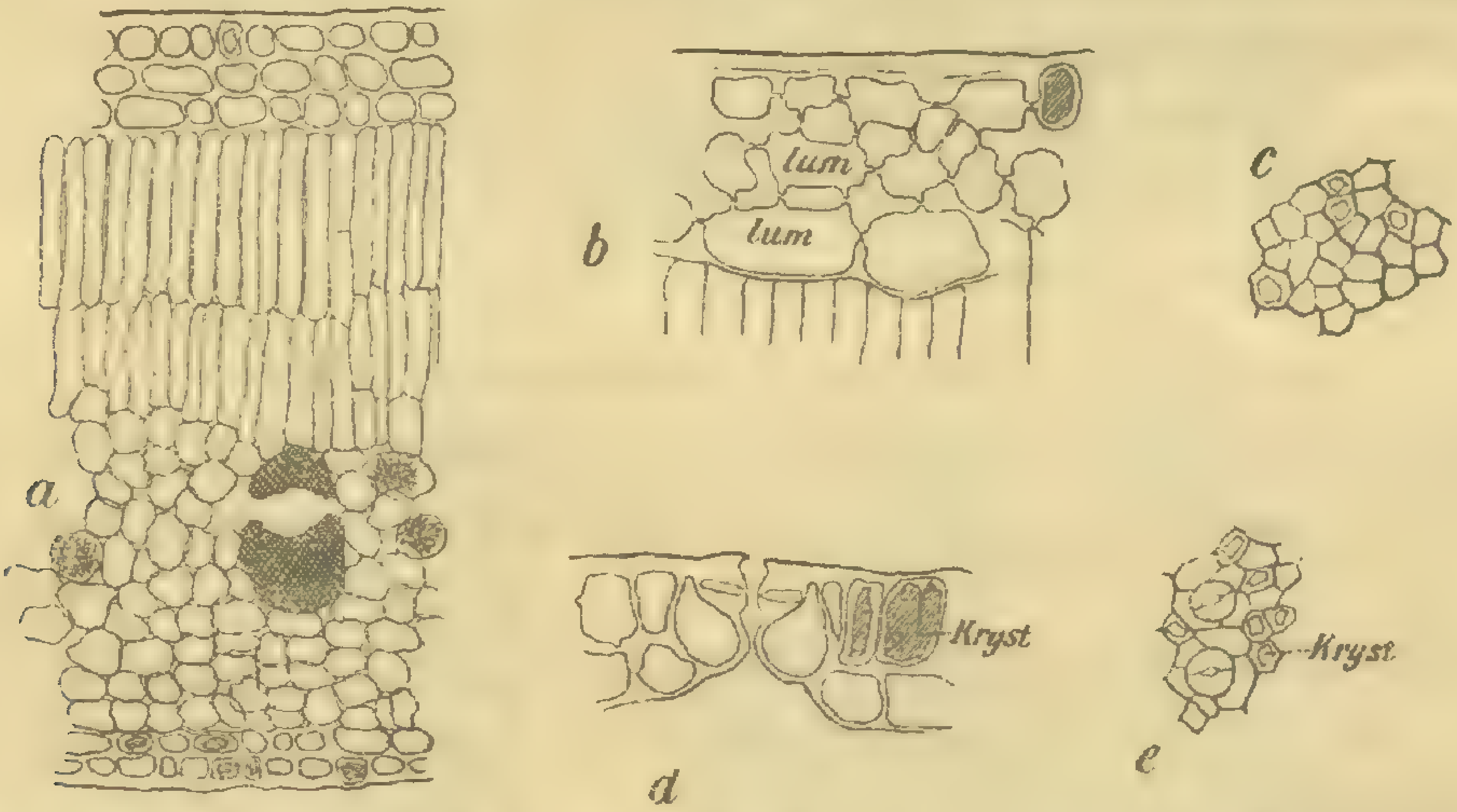


Fig. 207 à 211. — *Elœodendron xylocarpum.* — *a*, coupe transversale. Les partie ombrées indiquent le liber qui adhère à une nervure ; *b* et *c*, épiderme supérieur ; *lum*, lumière d'une cellule ; *d* et *e*, épiderme inférieur ; *kryst.* cristaux (des cristaux pareils se voient aussi dans *b*, et dans *c*).

Il y a deux - trois couches de palissades. Le parenchyme lacuneux est composé d'environ 8 couches de cellules; il renferme souvent un grand nombre de cristaux agglomérés. Les nervures sont à tous les deux côtés couvertes de faisceaux mécaniques qui ne s'étendent point jusqu'à l'épiderme (fig. *a*).

III. — Feuilles pennées des Légumineuses.

A cause de la faculté que possèdent les Légumineuses de mettre leurs feuilles dans une position plus ou moins parallèle à la lumière, on pourrait s'attendre à trouver ces plantes dépourvues, au point de vue anatomique, de tout moyen spécial de protection. Il en était ainsi pour une des plantes examinées (*Leucœna*), mais le contraire existait pour l'autre (*Acacia*).

Leucœna glauca Benth., de la Barbade (fig. 212).

(Examiné par M. le Prof. Warming, qui a bien voulu remettre entre mes mains ses notes et ses dessins sur cette plante).

C'est un arbuste dont les feuilles pennées sont très minces. L'épiderme est bien mince et les parois externes ne sont pas beaucoup plus épaisses que les parois intérieures et latérales. Ce n'est qu'aux bords de la feuille qu'elles deviennent remarquablement plus épaisses; il y a aussi des poils, sans cela la feuille serait tout à fait lisse. L'épiderme est par conséquent d'une structure très faible ; on peut néanmoins trouver des parois intérieures mucilagineuses (fig. *b*). A toutes les deux faces il y a des stomates, mais on n'en voit que relativement peu à la face supérieure.

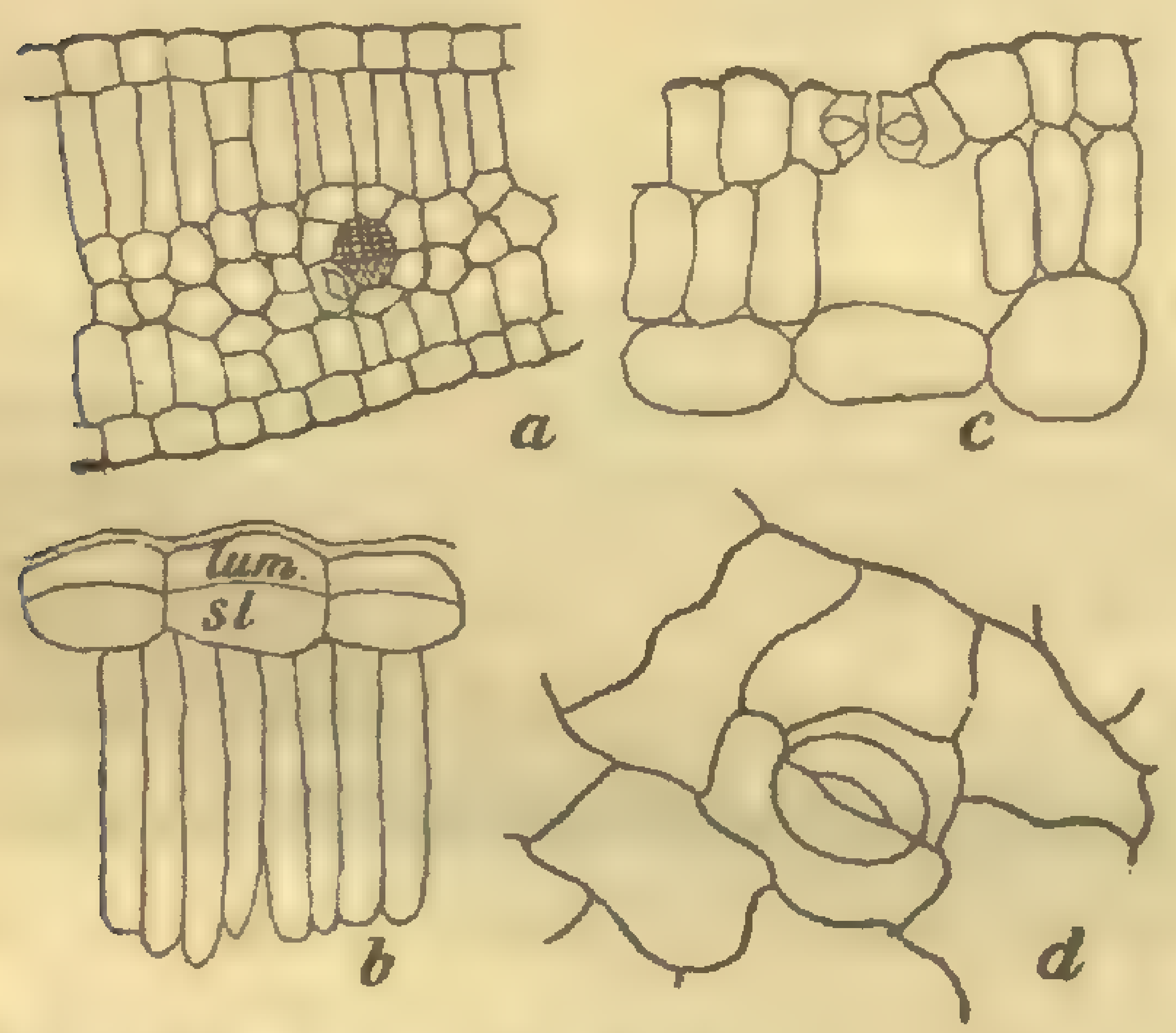


Fig. 212 à 215. — *Leucœna glauca.* — *a*, coupe transversale ; *b*, épiderme ; *lum*, lumière d'une cellule ; *sl*, paroi intérieure mucilagineuse ; *c* et *d*, stomates. (Dessiné par M. Warming, excepté la figure *b*).

A la face supérieure il y a une couche de palissades très longues ; à la face supérieure il y en a une de très courtes (quelquefois elles sont moins serrées et s'appliquent moins régulièrement les unes contre les autres que dans le cas figuré (*a*) ; en outre elles se courbent parfois vers les nervures). Le parenchyme lacuneux se compose de deux couches de cellules polyédriques. Autour des nervures il y a des gaines limpides.

Acacia tortuosa W., de Saint-Thomas (fig. 216).

Arbuste petit. Les folioles dont se terminent les pétioles secondaires sont très petites ; elles n'ont que 5 à 7^{mm} de longueur.

Feuille dorsiventrale. L'épiderme est épais, et les parois externes, fortement cutinisées, sont, surtout à la face supérieure, d'une épaisseur remarquable. A toutes les deux faces il y a des stomates, en plus grande abondance à la face inférieure qu'à l'autre ; elles ont des cellules accessoires (fig. *d*). Vues en coupe tangentielle, les cellules de l'épiderme sont polygonales.

A la face supérieure il y a 2 à 3 couches de palissades. Le parenchyme lacuneux se compose de 6 à 7 couches de cellules d'une forme le plus souvent allongée, mais elles s'appliquent assez irrégulièrement les unes contre les autres, du moins dans certains endroits. De temps, en temps on trouve des cristaux. Les nervures sont nombreuses; les plus grandes d'entre elles sont entourées d'une gaine de sclérenchyme, les plus petites d'une gaine de cellules limpides.

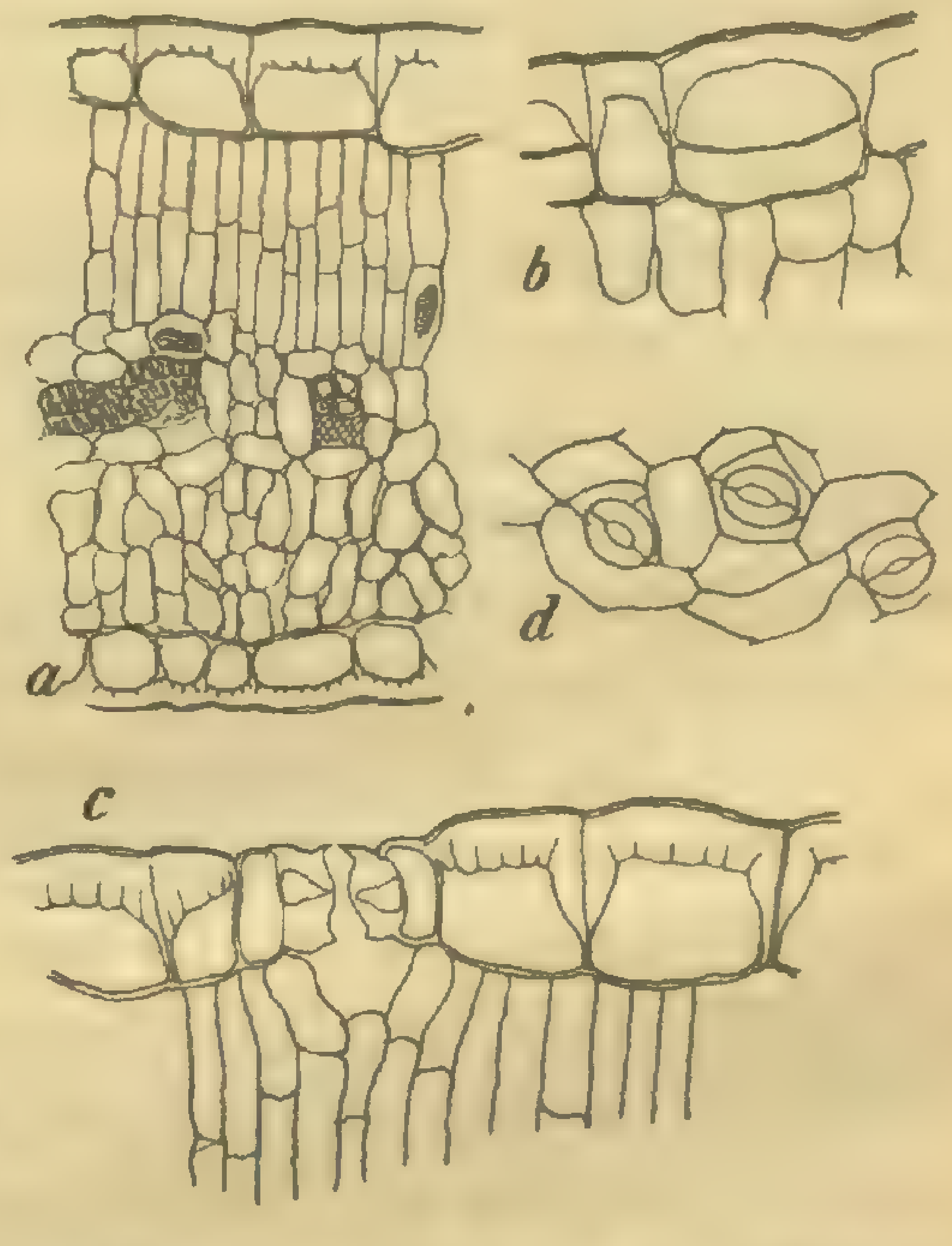


Fig. 216 à 219. — *Acacia tortuosa.* — *a*, coupe transversale ; *b*, *c* et *d*, épiderme.

En comparant entre elles les feuilles des trois groupes précédents (c'est-à-dire les feuilles qui ont un moyen de protection dans leurs poils, les feuilles qui n'en ont pas et enfin celles qui sont mobiles), on n'obtient aucun résultat défini, ou pour mieux dire aucune règle applicable à tous les cas et par laquelle on pourrait juger à priori de la structure anatomique d'une feuille pourvu que l'on sache à laquelle de ces trois catégories appartient la feuille en question; les feuilles pennées des Légumineuses même ne forment pas un type homogène. Déjà, précédemment, nous avons parlé du rapport qui existe entre les feuilles couvertes de poils et les feuilles lisses, mais nous avons alors surtout montré les analogies (épiderme épais, parois intérieures mucilagineuses, stomates au niveau de la surface, tanin, etc.) ; dans ce qui suit, nous allons nous occuper des différences qu'on trouve entre elles :

1° Dans les feuilles lisses les parois externes des cellules de l'épiderme sont épaisses ; en outre elles ont des couches cuticularisées. Dans les feuilles revêtues de poils, au contraire, les parois sont plus minces et peu cuticularisées. Des parois analogues à celles qu'on trouve dans le *Citharexylum*, par exemple, ne se rencontrent jamais dans les feuilles revêtues de poils, tandis qu'au contraire le *Corchorus* et le *Lantana* ont des parois externes aussi épaisses que chez le *Bursera*. Le *Castela*, qui a des parois cuticularisées, n'est pas ici mis en ligne de compte puisqu'il montre des différences assez remarquables.

2° Pas une seule des feuilles revêtues de poils que nous avons examinées n'était pourvue de tissu mécanique, et l'on peut dire qu'en général, si l'on fait abstraction du xylème des faisceaux fibro-vasculaires, le manque de parties ligneuses caractérise ce type de feuilles. Dans les feuilles lisses, au contraire, le tissu mécanique revient très souvent, bien qu'on ne puisse dire qu'il y soit invariablement lié.

3° Au point de vue de la forme, les poils glanduleux des feuilles couvertes de poils diffèrent de ceux des feuilles lisses. Le *Solanum*, le *Lantana*, le *Corchorus*, le *Melochia* et en outre le *Cordia cylindrostachya* ont tous des poils glanduleux qui se mêlent avec les poils étoilés ou simples. Le *Tricera*, le *Citharexylum*, le *Coccoloba* et le *Clerodendron aculeatum*, au contraire, ont tous des poils glanduleux enfoncés qui sont, excepté le *Tricera*, du même type que ceux du *Citharexylum*. A cette règle je n'ai vu aucune exception.

Le fait que des poils glanduleux, à structure analogue à celle qu'on trouve dans plusieurs des « Hydathodes » de Haberlandt (1), apparaissent si souvent est une chose assez curieuse. Car sous les conditions sèches auxquelles sont exposés les xérophytes des Indes Occidentales, il est clair qu'ils ne contiennent pas de l'eau en abondance et il serait peu probable qu'il y aurait lieu à une sécrétion d'eau à petites gouttes. Que les poils glanduleux soient des organes destinés à absorber de l'eau, c'est plus probable ; surtout il est à remarquer que des gouttes d'eau peuvent bien rester attachées entre les poils étoilés ou simples. Et alors il est possible que l'eau soit absorbée par les poils glanduleux saillants, à parois très minces. Mais dans les plantes dont nous avons parlé dans ce qui précède il n'y a rien qui le prouve avec certitude.

---

(1) *Das tropische Laubblatt. II : Über wassersecernirende und-absorbirende Organe* (Sitzber. d. Kais. Akad. Wiss. Wien. Bd. CI, 1892).

A cause de certaines qualités curieuses qui caractérisent les feuilles de deux autres plantes, nous voulons encore en donner ici la description anatomique.

Evolvulus nummularius L. (Convolvulacée), de Sainte-Croix (fig. 220).

Petite plante rampante à feuilles de forme circulaire et revêtues de poils ; elle habite les taillis et forêts.

L'épiderme n'est pas bien épais ; vues de face ses cellules ont des parois un peu ondulées. Il porte, à toutes les deux faces, deux espèces de poils : de longs poils sétiformes à verrues de cuticule ; de petits poils claviformes qui paraissent être des saillies de la cuticule, au-dessus de certaines petites cellules dans l'épiderme (fig. *b*). A toutes les deux faces, il y a des stomates qui ont des cellules accessoires et qui sont au niveau de l'extérieur de l'épiderme (fig. *e*, en haut). Une ou deux couches de palissades et un parenchyme lacuneux, formé de 3-4 couches de cellules arrondies.

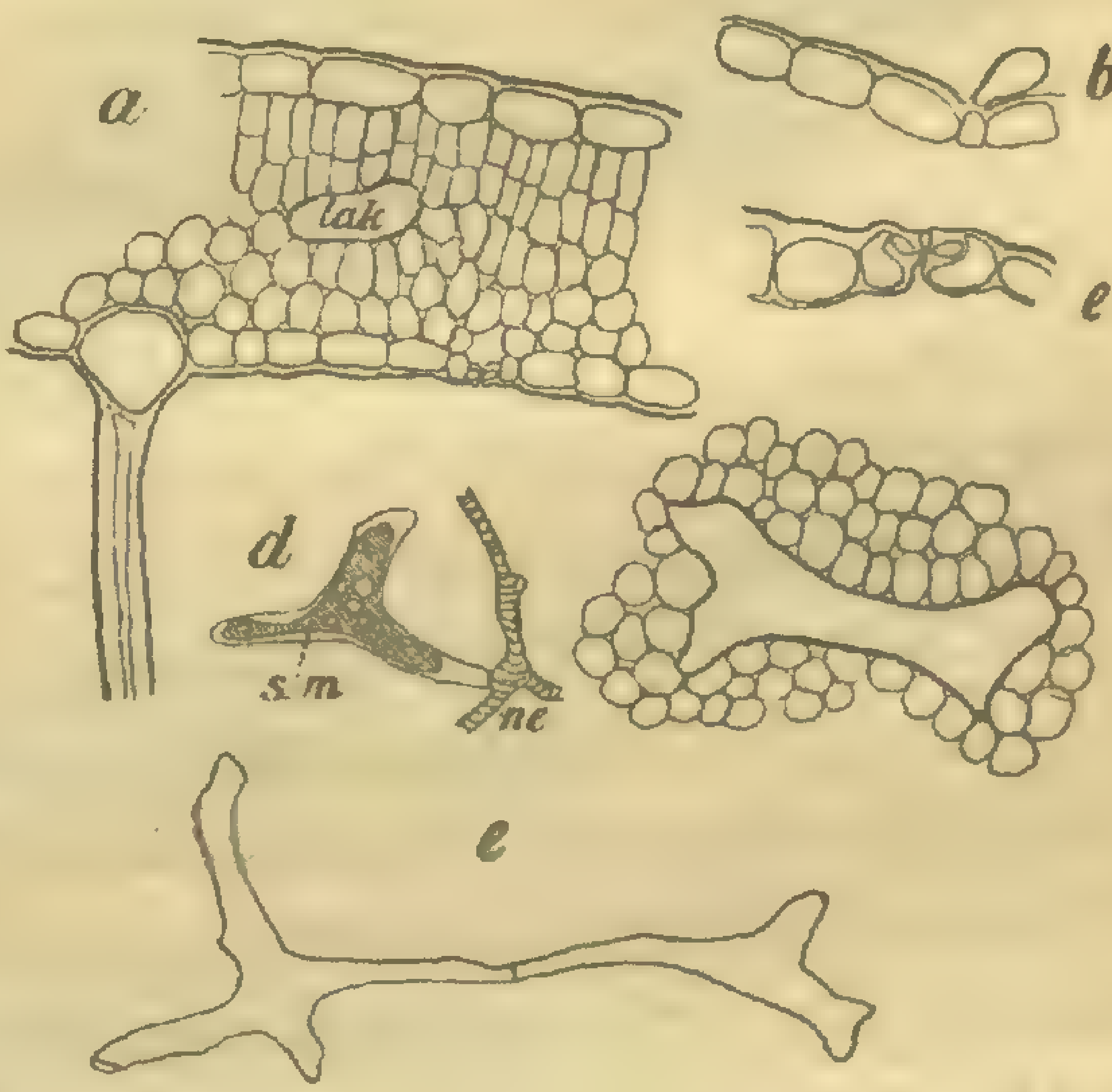


Fig. 220 à 225. — *Evolvulus nummularius.*— *a*, coupe transversale ; *lak*, lacune ; *b*, épiderme avec poil ; *c*, coupe tangentielle du mésophylle ; on voit une lacune ; *d* et *e*, coupes analogues ; *ne* nervure ; *s*, *m*, latex figé dans un vaisseau laticifère, touchant à la nervure.

Mais ce qui caractérise surtout cette feuille, c'est le fait qu'il y a dans le mésophylle de grands espaces à parois minces et de forme diverse, irrégulière (fig. 42 : *a*, à coupe transversale ; *c*, *d*, *e* (en bas) coupe parallèle à la face). La fig. *e* montre qu'ils peuvent être bien longs, tubulés et ramifiés et que deux espaces semblables peuvent se toucher. Sur la coupe transversale, on voit souvent que ce sont là de larges tubes parcourant le mésophylle (cela ne se voit pas sur la fig. *a*). La fig. *d* (coupe parallèle à la face) montre un espace pareil, touchant à une nervure et contenant une substance homogène, un peu réfractive (la partie sombre sur la figure *d*) dans laquelle on distingue plusieurs lacunes. Le contenu est certainement du latex coagulé, et les lacunes se sont peut-être formées à l'époque de la coagulation.

Les figures 3 et 4 (planche II) de Czapek donnent un dessin des organes sécrétoires du *Calystegia sepium* et du *Convolvulus tricolor*, un dessin à peu près analogue à notre figure représentant l'*Evolvulus*. Pourtant il est à remarquer que dans ce dernier cas il n'y a pas de (1) « Nebenzellen », c'est-à-dire : cellules de mésophylle, adhérant à l'organe sécrétoire, tandis qu'il y en a dans les figures de Czapek, nommées tout à l'heure.

Loranthus emarginatus Sw., de Sainte-Croix (fig. 226).

Cet épiphyte parasite qui fréquente les Indes occidentales a été examiné, au point de vue anatomique, par M. F. Kølpin Ravn, qui a bien voulu me donner les dessins et ses notes sur ce sujet.

Les feuilles, de forme circulaire, sont pourvues de pétioles bien courts. En outre, elles sont plus ou moins échancrées, assez épaisses, lisses et entières, et se dressent obliquement vers le ciel en se pliant d'après la nervure principale comme axe.

Structure isolatérale. A toutes les deux faces l'épiderme se compose d'une couche unique. Les cellules vues de face sont polygonales. Les parois externes sont un peu épaissies. Sous la cuticule il y a une épaisse couche cuticularisée. Les cellules de l'épiderme contiennent des grains de chlorophylle à amidon.

Il y a autant de stomates à la face supérieure qu'à la face inférieure ; ils sont au niveau de l'épiderme.

Le mésophylle se compose d'environ 8 couches de cellules dont les extérieures sont les plus petites. Entre les cellules il y a de petits méats intercellulaires. Par endroits les parois des cellules sont très minces et ressemblent à des pores ; quelques-unes d'entre elles renferment des cristaux.

---

(1) Czapek : *Zur Kenntniss des Milchsaftsystems der Convolvulaceen* (Sitzber. d. kais. Akad. Wiss. in Wien. Bd. CIII, 1894).

C'est surtout le long des faisceaux, tout près d'eux ou se joignant à leurs bouts, et encore çà et là dans le mésophylle (point dans les deux couches extérieures de cellules), qu'on voit des groupes ronds ou oblongs de cellules dont chacune est composée d'une paroi, renfermant étroitement un cristal prismatique. Chaque groupe a la même grandeur qu'une seule des cellules environnantes du parenchyme, et dans chacun de ces groupes il y a 10 à 15 cellules qui renferment des cristaux. Ceux-ci se composent d'oxalate de chaux. Les parois sont ligneuses et indistinctement stratifiées en plusieurs couches avec une lamelle moyenne très nette au milieu.

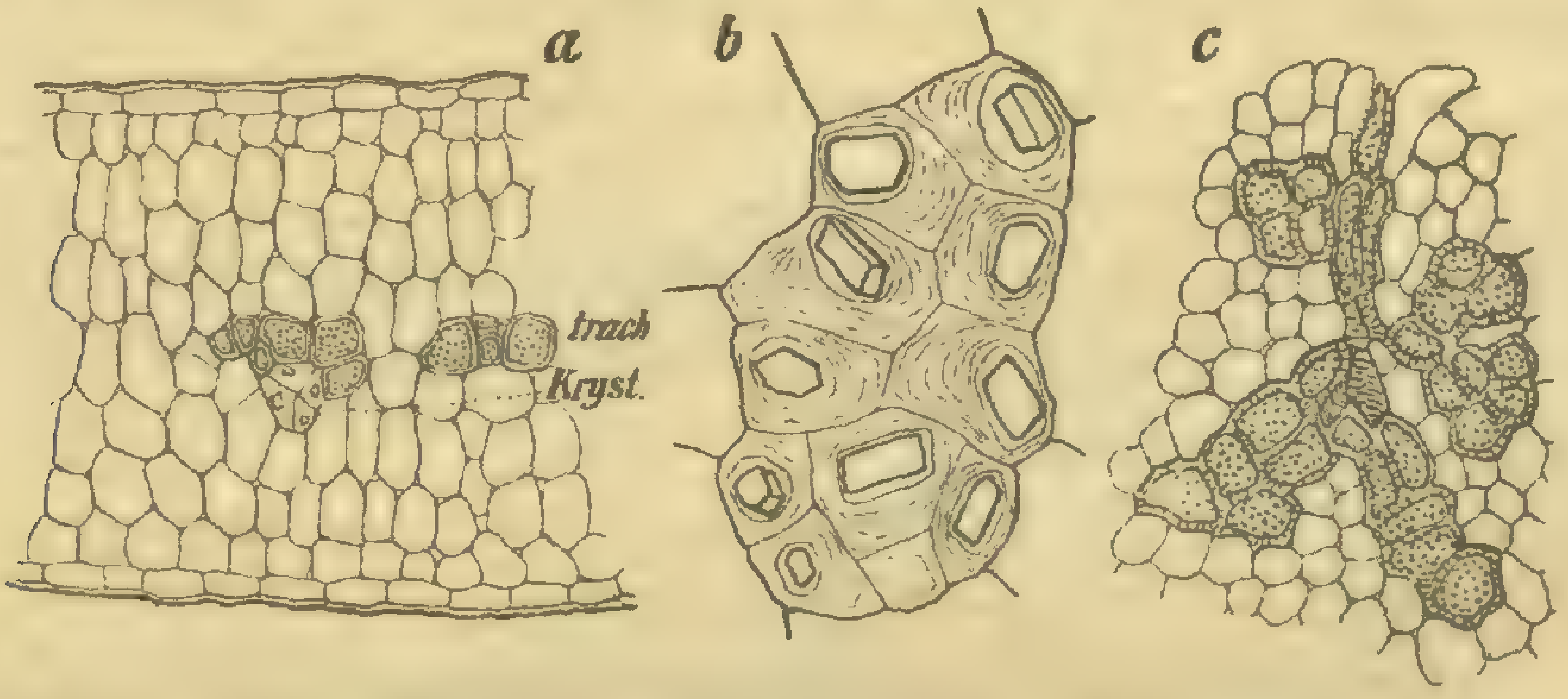


Fig. 226 à 228. — *Loranthus emarginatus.* — *a*, coupe transversale ; *trach*, trachéides à l'eau (Speichertracheiden) ; *kryst*, chambre renfermant des cristaux ; *b*, groupes de chambres pareilles ; *c*, bout d'une nervure avec trachéides (dessins de M. F. Kølpin Ravn).

Aux bouts des nervures s'attachent de grandes cellules qui, dès qu'elles sont isodiamétriques, deviennent cylindriques, à parois ligneuses épaisses et munies de pores lancéolés. Ces cellules ne contiennent rien. Elles s'accumulent souvent en plusieurs couches superposées, ou bien forment autour des nervures des gaines plus ou moins complètes, interrompues par des cellules de parenchyme ou par des chambres renfermant des cristaux. On trouve parfois des formes intermédiaires entre ces cellules et les chambres à cristaux. Ces « speichertracheiden » sont, au point de vue de la forme aussi bien que de la position des cellules de parenchyme, transformées, et ils n'ont rien à faire avec les faisceaux primitifs.

Au point de vue anatomique j'ai examiné moi-même un exemplaire, originaire d'Orkanœen, mais je n'y ai pu observer rien en opposition avec ce que nous venons de dire.

ADDITIONS A LA FLORE DES ANTILLES DANOISES

Par suite du mémoire précédent nous voulons encore ajouter une liste des nouvelles découvertes faites dans le domaine des phanérogames depuis l'apparition de « *St. Croix's Flora* » et de « *The Flora of St Croix and The Virgin Islands* », de M. Eggers.

Salicornia ambigua Mich, trouvé en 1892 par H. Lassen à la Lagune de Krause à Sainte-Croix où, comme nous l'avons vu, il couvre des espaces considérables.

Solanum hirtum W. Saint-Thomas et Saint-Jean (O. P.).

Clerodendron longicolle F. W. Mey. Sainte-Croix, égaré (Le jardinier O. Hansen, Grange).

Diodia radicans Ch. et Schl. Aux bords sablonneux ; Water Island (F. B.).

Sida glomerata Cav. A l'est du port de Saint-Thomas (O. P.).

Pectis Swartziana Less. Water Island à Saint-Thomas (F. B.).

En outre M. le docteur E. Rostrup a bien voulu déterminer quelques Champignons récoltés par M. le professeur Warming, M. le baron Eggers, M. Lassen et par nous. En voici la liste (1).

Ustilaginées.

Schroeteria Cissi (DC.) de Toni. Indes Occidentales (H. Lassen). Fair Plain, Sainte-Croix (F. B). — Dans les pédoncules du *Cissus* Produit des « balais de sorcière ».

Urédinées.

Uromyces Sidae Thüm. Sainte-Croix (O. P.).

U. Asclepiadis Cooke. Sur les feuilles de l'*Ibatia muricata*. Saint-Jean (O. P.).

Hyménomycètes.

Stereum versicolor (Sw.) Fr. Saint-Jean (O. P.).

Peniophora sp. nov. Sur l'écorce. Ltl. Princess. Sainte-Croix (F. B.).

---

(1) Cfr. Ellis and Kelsey : *New West-Indian Fungi* (Bull. of the Torrey bot. Club. Bd. 24. 1897).

Polyporus sanguineus (L.) Fr. Saint-Thomas (F. B.).

P. lucidus (Leys.) Fr. Saint-Thomas (F. B.)

P. conglobatus Berk. Saint-Jean, 1888 (Eggers).

P. pinsitus Fr. Saint-Thomas (O. P.).

P. hirtellus Fr. Saint-Thomas (Warming, 1892).

P. hirsutus Fr. Sainte-Croix, 1896.

P. velutinus Fr. Saint-Thomas (O. P.).

P. resinosus (Schrad.) Fr. Sainte-Croix (O. P.).

P. oblectans Berk. Saint-Thomas (O. P.).

P. incrustatus Fr. Saint-Thomas (O. P.).

P. fornicatus Fr. Saint-Thomas (Warming).

P. fomentarius (L.) Fr. Peters Rest (Sainte-Croix) (O. P.).

Trametes elegans (Spr.) Fr. Sainte-Croix (O. P.).

Lenzites striata (Sw.) Fr. Habitat non indiqué. Récolté en 1896.

Schizophyllum commune Fr. Saint-Thomas (F. B.).

S. multifidum (Batsch). Saint-Thomas (O. P.).

Gastéromycètes.

Cyathus vernicosus (Bull.). Sainte-Croix, 1870 (Eggers).

C. ambiguus Tak. Sainte-Croix (F. B.).

Ascomycètes

Erysiphe communis Fr. Sur les feuilles du *Sipa* sp. Ltl. Princess (Sainte-Croix) (O. P.).

Hypoxylon coccineum Bull. Saint-Jean (O. P.).

Daldinia concentrica (Bolt.) de Not. Saint-Jean (O. P.).

Lisea australis Speg. Sainte-Croix (O. P.).

Hypocrea rufa (Pers.) Fr. Sainte-Croix (O. P.).

Dichomera Saubinetii (Mont.) Cooke. Branche dépourvue d'écorce.

Coniothyrium Palmarum Cda. Gaines de *Thrinax* : Saint-Thomas (O. P.)

C. melasporum (Berk.) Sacc. En abondance sur des cannes à sucre mortes. Christiansted (H. Lassen).

Lichens

Sticta Weigelii (Ash.) Wainio. Sainte-Croix 92 (F. B.) Saint-Thomas (F. B.).

Graphis scripta L. Sainte-Croix (F. B.).

Lecidea buelliana Müll. Sainte-Croix (F. B. et O. P.).

Pertusaria Wulfenii (D C.) Fr. Sainte-Croix (F. B.).

Parmelia perlata (L.) Arch. Saint-Thomas, Saint-Jean (O. P.).

P. coralloides (Mey. et Flot.), Sainte-Croix (O. P.).

Physcia integrata Nyl. Saint-Jean (O. P.).

Rinodina sp. Sur l'écorce. Spores biloculaires, d'un brun pâle. Sainte-Croix (O. P.).

Verrucaria sp. Sur l'écorce. Spores ellipsoïdes, uniloculaires, faiblement colorées. Sainte-Croix (O. P.).

Arthonia radiata (Pers.). Sainte-Croix (O. P.).

Schizoxylon sp. Saint-Thomas. (F. B.).

Nous devons faire remarquer en terminant que six semaines ne sont qu'un temps très restreint, quand il s'agit d'examiner la végétation des tropiques si riche, même dans nos petites îles, comparativement pauvres. Aussi ce mémoire ne doit-il être considéré que comme un petit contingent à nos connaissances sur la végétation de ces contrées. Si pourtant, malgré le temps trop court de notre séjour, nous avons obtenu quelques résultats, c'est peut-être en partie grâce à ce que M. Boergesen en 1892 y avait passé quelques mois et aussi parce que nous n'avons pas étendu notre activité à un terrain bien vaste. De cette manière nous avons pu mieux étudier à fond quelques localités spéciales.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche 4.

Partie d'un bord sablonneux à la côte méridionale de Sainte-Croix, à la lagune de Krause. (Le commencement de la langue de terre qui sépare la lagune de Krause de la mer, voyez planche 8, fig. en haut).

Sur le sable de coraux se voient des **Ipomœa pes-caprae** sarmenteux et souvent longs de plusieurs mètres. Les forêts dans le fond sont composées d'*Hippomane Mancinella*.

(D'après une photographie prise par M. F. Boergesen).

Planche 5.

Bord sablonneux à la côte septentrionale de Sainte-Croix, tout près de la plantation de Lt. Princess. Les arbustes sont des exemplaires de **Tournefortia gnaphalodes.** On voit très distinctement que cette plante vient très drue et que les feuilles, disposées en rosettes, sont placées aux sommets des branches. Dans le taillis, au fond du tableau, on voit des taches d'un gris clair; celles-ci sont formées par des exemplaires de *Tournefortia*. Le sable corallaire est ici presque stérile. Ce n'est que par ci et là qu'on trouve une plante, appartenant à la formation de *Pescapræ*, par exemple l'*Euphorbia buxifolia*.

(D'après une photographie prise par M. F. Boergesen).

PLANCHE 6.

Bord sablonneux de la côte septentrionale de Sainte-Croix, tout près de la plantation de Lt. Princess. Taillis bien haut, formé de **Coccoloba uvifera**. Dans le fond on voit de jeunes Cocotiers dont les feuilles flottent au gré du vent alizé. Sur le premier plan on distingue une couverture épaisse couvrant le sol et formée des plantes de la formation de *Pescapræ*, surtout du *Sesuvium Portulacastrum* avec lequel se mêlent des Graminées, par exemple, le *Cynodon Dactylon*, etc.

(D'après une photographie prise par M. F. Boergesen).

PLANCHE 7.

Bord sablonneux à la côte septentrionale de Sainte-Croix, tout près de la plantation de Lt. Princess. Etroite ceinture de forêts basses, composées de **Manchinil** et de **Coccoloba**. On voit l'influence évidente qu'exerce le vent alizé sur la végétation. Les branches du grand Manchinil, à gauche sur la planche, sont toutes sèches, et le *Coccoloba* aussi bien que l'*Hippomane* sont comme coupés en étages qui vont en pente vers le haut. Dans le fond on aperçoit des Cocotiers, agités par l'alizé.

(D'après une photographie prise par M. F. Boergesen).

PLANCHE 8.

La photographie en haut montre une vue sur la lagune de Krause, prise de l'intérieur du pays, à quelque distance de la lagune. Celle-ci est séparée la mer par une langue de terre et on y voit des îlots nombreux, formés par des arbres de Mangrove.

La photographie en bas représente la grande lagune, située à la côte orientale de Sainte-Croix. La lagune est toute encadrée de *Rhizophora Mangle*; à gauche on voit un îlot, formé par le Mangrove.

(D'après des photographies prises par M. F. Boergesen).

PLANCHE 9.

Partie de l'intérieur du Coral Bay, se trouvant dans la partie orientale de Saint-Jean. La végétation de Mangrove se compose surtout de **Rhizophora Mangle**. A droite, on voit dans l'eau de petites plantules qui viennent de s'enraciner. La colline, dans le fond du tableau, est couverte de taillis de *Croton*.

(D'après une photographie prise par M. F. Boergesen).

PLANCHE 10.

Une végétation de Mangrove dans la grande lagune à Saint-Thomas. A gauche on voit le *Laguncularia racemosa* ; à droite l'*Avicennia nitida*. De la vase et de l'eau des racines aérifères se dressent vers le ciel.

(D'après une photographie prise par M. F. Boergesen).

PLANCHE 11.

Plaines argileuses où se voient çà et là des flaques d'eau. Ces plaines sont situées près de la lagune de Krause, à Sainte-Croix. La partie essentielle de la végétation au premier plan est formée par le **Salicornia ambigua**. Entre les individus de cette espèce il y a des *Sesuvium Portulacastrum*. Au milieu de la photographie, tout à fait sur le premier plan, on aperçoit le *Batis maritima* qu'on retrouve aussi plus à droite, près de la petite mare. Le petit arbuste dans le fond est un *Laguncularia racemosa*, et la forêt dans le fond est formée de Mangrove.

(D'après une photographie prise par M. F. Boergesen).

PLANCHE 12.

Partie de la localité représentée sur la planche précédente.

La végétation se compose ici en première ligne de **Batis maritima**, plante à longues branches couchées qui s'enracinent dans le sol. En outre on voit de longs sarments formés par le *Paspalum distichum*. La basse végétation, au milieu et à droite, est formée de *Sesuvium Portulacastrum*. A gauche on distingue la partie d'un arbuste de *Laguncularia*.

(D'après une photographie prise par M. F. Boergesen).

PLANCHE 13.

Taillis à Orkanœen, près de St-Thomas. Les arbustes à gauche, sur le premier plan, sont des *Croton*. En haut et à gauche on distingue le sommet d'un *Plumiera alba*. L'arbre à droite est un *Crescentia Cujete* (en fruits). Sur les branches on voit pousser des *Tillandsia utriculata* (l'un d'eux est en fleurs).

(D'après une photographie prise par M. F. Boergesen).

PLANCHE 14.

Route à Sainte-Croix, bordée de Cocotiers. Des deux côtés du chemin il y a des plantations de Cannes à sucres. Au milieu, on voit la plantation de Lt. Princess avec des moulins à sucre. Dans le fond, vers la mer, il y a une forêt de Cocotiers.

(D'après une photographie prise par M. F. Boergesen).

LES CONDITIONS DE RÉUSSITE DES GREFFES

par M. Lucien **DANIEL** *(Fin)*

Quand l'on greffe un Pommier sur un jeune scion provenant de semis, ce qui est le cas le plus fréquent, ce scion est seulement formé d'aubier. Comment savoir si ce jeune Pommier (qui a ses caractères propres, étant donnée la grande variabilité de l'espèce Pommier à la suite du semis de pépins) possédera un bois tendre ou un bois dur? Prétendre que tous ou presque tous les jeunes scions sont des bois durs (1), c'est prétendre que tous ou presque tous les Pommiers adultes sont des arbres à bois durs. Que devient alors la distinction qu'on cherche à établir?

Supposons encore notre dernière objection sans valeur. Admettons que l'on puisse juger dès le début de la nature du bois futur du sujet et que l'on puisse ainsi préciser la conduction du jeune scion comme l'on connaît celle du greffon. Il est clair que s'il y a discordance, les variations du régime de l'eau amenées par cette discordance auront des effets marqués sur la durée des greffes et pourront même arriver à en compromettre la réussite si les limites de la dessiccation ou de la réplétion aqueuse viennent à être atteintes sous l'influence de variations climatériques excessives. Mais il n'en est pas moins vrai que si, en thèse générale, l'analogie de conduction est préférable, il peut se faire que cette analogie ne soit pas nécessaire ou même soit moins avantageuse qu'une discordance. Considérons par exemple une variété de conduction *c* greffée sur une variété possédant la même conduction *c* et donnant des fruits abondants et une végétation suffisante dans un terrain convenable, ni sec, ni humide. On possède ainsi ce que tout cultivateur recherche : une bonne fructification et une vigueur suffisante de l'arbre.

Une telle greffe se comporterait mal dans un terrain trop sec : une fructification excessive amènerait la décrépitude ; de même, dans un terrain trop humide, l'arbre pousserait surtout à bois sans donner de fruits.

---

(1) Voir *Journal de la Société d'Horticulture de France*, décembre 1899, p. 1209.

Si l'on greffe cette même variété de conduction normale c sur une plante de conduction $2\ c$, il est clair que la symbiose résistera mieux dans le climat et le sol secs que la précédente où l'analogie était plus parfaite. De même, dans le cas d'humidité du sol ou du climat, on aurait intérêt à greffer la variété de conduction c sur une variété de conduction $1/2\ c$ par exemple (1).

Nous voyons donc combien l'action des conditions extrinsèques a d'influence sur la conduction. Diverses conditions intrinsèques en ont aussi beaucoup, par exemple, les différences de précocité des deux variétés greffées. En basant le greffage du Pommier sur le caractère seul de la conduction, on s'exposerait à des mécomptes. Que serait-ce si, négligeant même l'analogie de conduction, l'on s'appuyait seulement sur l'analogie de dureté ou de densité des bois qui n'a qu'une valeur très faible ou nulle?

L'expérience confirme ces considérations théoriques et montre que nombre de greffes réussissent entre plantes dont les appareils conducteurs sont très différents comme dureté. Ainsi le Châtaignier réussit sur le Chêne; le Soleil annuel, à bois mince et tendre, sur les Soleils vivaces à bois épais et dur; la Pivoine arborescente sur la Pivoine herbacée; la Pomme de terre sur l'Aubergine, la Tomate et le Piment; le Chou sur le Navet et sur l'Alliaire, etc. Nous pouvons ajouter que la greffe réussit fort bien entre les variétés diverses de Pommier *qui ne diffèrent que par la dureté relative des bois* et que leur durée n'est point sensiblement modifiée.

Quelquefois même le greffon et le sujet réagissent l'un sur l'autre au point de modifier leur appareil conducteur et la densité, l'élasticité, la dureté de leur bois en particulier. Le bois de Poirier greffé sur franc diffère comme dureté du bois du même Poirier greffé sur Coignassier; le Soleil annuel peut devenir ligneux à la suite de sa greffe avec l'*Helianthus tuberosus* ou l'*Helianthus lætiflorus*, qui sont des espèces beaucoup plus ligneuses que lui.

Ces résultats montrent bien nettement que la dureté, la densité et l'élasticité du bois jouent un rôle secondaire dans la réussite et la durée des greffes. Mais il n'en est pas de même de la conduction. Quand les différences de conduction sont trop grandes, la greffe ne réussit pas ; on peut citer comme exemples les greffes du Lilas sur le Frêne, du Cerisier sur l'Amandier, du Cotonéaster sur le Coignassier, etc., qui poussent la première année, et meurent ensuite sans fructifier.

---

(1) Évidemment ces quantités c, $2\ c$ et $1/2\ c$ n'ont point pour nous une signification absolue. Nous les avons prises quelconques pour faire comprendre notre pensée sans attacher une valeur déterminée aux nombres employés.

Mais si les différences de conduction n'amènent ni la réplétion aqueuse ni la dessiccation, la greffe réussit. La durée des greffes est alors très variable et dépend de la valeur des différences de conduction dans le sujet et le greffon. C'est ainsi que le Poirier greffé sur Coignassier dure moins que le Poirier greffé sur franc. Il serait facile de multiplier les exemples (1).

Quand l'insuccès d'une greffe provient d'une trop grande différence de conduction entre les plantes greffées, la greffe mixte permet parfois de réussir là où l'on échoue avec la greffe ordinaire. C'est surtout sur la durée des greffes que les bons effets de la greffe mixte se font sentir ; et l'on conçoit ainsi que l'on puisse, en prolongeant la durée des greffes ordinaires qui échouent avant la fructification, arriver à maintenir assez longtemps la symbiose pour obtenir des graines, c'est-à-dire la réussite de la greffe. C'est par la greffe mixte que nous avons pu greffer avec succès le *Vernonia prœalta* sur le *Xanthium macrocarpum*, greffe qui échoue en employant les procédés ordinaires du greffage.

2° **Analogie des contenus cellulaires.** — Nous avons à nous occuper ici des sucs propres des plantes et des réserves qu'emmagasinent les plantes tuberculeuses.

α. *Sucs propres des plantes.* — Un certain nombre de plantes contiennent des sucs particuliers qui pourront réagir sur les plantes qu'on leur associe, si celles-ci en diffèrent comme contenu.

La première condition pour qu'une réaction se produise, c'est que les substances données pénètrent dans les cellules de la plante qui n'en contient pas. Cette pénétration peut se faire de suite par le seul fait de la réunion des plaies, où elle a lieu seulement quand l'union anatomique, devenue parfaite à la suite du fonctionnement de la couche génératrice libéroligneuse, permet l'osmose réciproque des contenus des sèves élaborées.

---

(1) Si l'on applique ces données au cas particulier du Pommier à cidre, on voit que les différences de conduction ne sont jamais extrêmement marquées dans la greffe sur franc. Les variations dans la durée de ces greffes seront donc de peu d'importance, s'il s'agit seulement, en l'espèce, de différences dans la conduction du sujet et du greffon. Ce sera tout différent quand il s'agira du manque d'analogie dans les périodes d'entrée en sève et de repos de la végétation.

Il n'est pas rare de voir la réussite de la greffe compromise de suite après l'opération par une réaction des sucs contenus dans les plantes greffées. C'est ainsi qu'échouent les greffes de Grande Éclaire et de Laitue, de Bardane et de Salsifis, d'Éclaire et de Géranium à feuilles rondes, etc.

Il peut arriver aussi que la mort des plantes associées ne survienne qu'après les débuts de la soudure anatomique, au moment où les cellules nouvelles des couches génératrices entrent en contact, et où les produits contenus dans les sèves élaborées du sujet et du greffon peuvent ainsi osmoser au travers des membranes accolées. C'est ce qui arrive dans les greffes d'Alliaire et d'Œillet, par exemple.

Il va de soi que, pour empêcher la réussite d'une greffe, il est nécessaire qu'une substance donnée soit un poison pour l'une des plantes associées, et que la membrane de celle-ci soit perméable pour cette substance. La greffe du Datura sur la Pomme de terre, effectuée par Strasburger, montre bien qu'une substance donnée, comme l'atropine, peut passer d'un greffon dans le sujet sans amener la rupture de la symbiose.

Nous avons réussi bien des greffes entre plantes dont les contenus cellulaires présentent des différences très tranchées. Ainsi la greffe des Chicoracées entre elles, de diverses Euphorbiacées, etc., fait voir que les plantes à latex différents réussissent, quoi qu'on ait autrefois prétendu que les plantes à suc laiteux ne pouvaient se greffer. Les produits des canaux sécréteurs, la nature des sèves élaborées sont bien différents aussi dans les greffes de Carthame et de Soleil, de Persil et de Sison, de Carotte et de Fenouil, etc. Pourtant ces greffes réussissent.

Nous avons constaté des changements de saveur caractéristiques dans le Navet greffé sur Chou, l'Alliaire greffée sur Chou, le Haricot noir de Belgique greffé sur le Haricot de Soissons. Le Navet et l'Alliaire ont acquis la saveur du Chou en partie, et le fruit du Haricot noir de Belgique devient parcheminé, et sa saveur désagréable comme celle du fruit du Haricot de Soissons. Ces faits ne peuvent s'expliquer que par un passage dans le greffon des substances sapides fabriquées par le sujet, passage qui ne compromet d'ailleurs nullement la réussite.

β. *Réserves.* — Les plantes qui n'accumulent point de réserves en un point déterminé de leur appareil végétatif peuvent-elles se greffer sur des plantes qui se tuberculisent ? Qu'arrive-t-il si l'on greffe des végétaux accumulant des réserves, différentes ou non, dans des parties différentes de leur appareil végétatif, ou encore à des époques différentes. En un mot, quelle est l'influence de la fonction de réserve sur la réussite des greffes ?

Nous avons fait un certain nombre de greffes qui vont nous permettre de résoudre la question.

La facile réussite de la greffe sur racines de la Carotte et du Panais montre que la présence des réserves n'empêche point la réussite. S'il s'agit de la greffe ordinaire le dépôt des réserves a lieu dans la racine greffon seule. S'il s'agit de la greffe mixte, le dépôt se fait à la fois dans les deux racines.

La greffe de la Tomate sur la Pomme de terre, réalisée par le baron Tschudy, celles d'Aubergine et de diverses Solanées sur la Pomme de terre, d'*Helianthus annuus* sur Topinambour, permettent de constater que la tuberculisation du sujet s'effectue quand même, bien que le greffon soit incapable de se tuberculiser lui-même.

En greffant en septembre un jeune Chou sur un Navet rond à collet rose qui aurait commencé à se tuberculiser en octobre, on constate que le tubercule ne se forme qu'au mois d'avril suivant, quand le greffon devient pléthorique en assimilant plus qu'il ne consomme. C'est donc le greffon qui, par son mode de nutrition, commande la fonction de réserve du sujet.

Deux autres catégories de greffes feront voir que l'on peut réaliser la greffe inverse d'une plante susceptible de se tuberculiser sur une plante qui ne se tuberculise pas.

Nous avons réussi la greffe de l'*Helianthus lætiflorus*, espèce à rhizomes renflés, sur l'*Helianthus annuus*, espèce annuelle ne se tuberculisant pas. Le greffon, privé de la faculté d'émettre des rhizomes puisqu'il se trouvait en entier au-dessus du sol, n'a pu se tuberculiser. Les réserves se sont quand même formées, et sont passées sous une autre forme dans le sujet qui a pris un développement tout à fait anormal et est devenu très ligneux. Les plantes possédant deux moyens de devenir vivaces, la tuberculisation et la lignification, on conçoit que le premier ne pouvant être matériellement employé, le greffon cherche à se servir du second. Il y a ainsi une sorte de suppléance physiologique intéressante.

La greffe de pousses tardives (vulgairement faux-bourgeons) de la Pomme de terre sur l'Aubergine que nous avons réussie, nous permettra de signaler un autre mode de suppléance. Le greffon ne passe point ses réserves au sujet, mais non loin du niveau de la greffe, un rameau aérien s'est tuberculisé pour recevoir les réserves. Le même fait s'observe dans des greffes de Pomme de terre sur Tomate, effectuées en Amérique par M. Sutton.

Les divers exemples que nous venons de donner permettent de conclure que la fonction de réserve n'est point en général un obstacle insurmontable à la réussite des greffes.

Cependant une exception assez singulière est fournie par la greffe de la Laitue sur le Salsifis. En greffant une Laitue sur une racine âgée de Salsifis, on échoue, car l'inuline contenue dans la racine sujet ne passe point au travers des membranes du greffon. En remplaçant la racine tuberculeuse servant de sujet par une racine jeune n'ayant point encore formé ses réserves, la greffe réussit. Cela tient évidemment à ce que la racine âgée, modifiée en vue de la fonction de réserve, a perdu en grande partie son pouvoir absorbant qui est encore intact dans la racine jeune. Le greffon qui ne peut absorber la réserve d'inuline du sujet âgé, meurt d'inanition dans le premier cas, quand il peut, au contraire, dans le second, puiser dans le sol assez de sève brute pour se nourrir par l'intermédiaire du sujet jeune.

3° **Analogie dans le mode de développement.** — Nous ferons rentrer dans ce paragraphe l'analogie dans la vigueur et la taille, la vie dans des sols semblables, l'analogie dans les époques de vie active et de vie ralentie, les rapports dans la précocité, la durée du développement et la durée des feuilles.

α. *Égalité de vigueur et de taille.* — Il est bien rare que des plantes de taille et de vigueur différentes ne reprennent pas les unes sur les autres si ces différences sont le seul obstacle à la réussite de la greffe.

Outre les exemples que nous avons cités à propos de la greffe par rapprochement des Choux, et que l'on pourrait reprendre ici puisque ces plantes s'unissent tout aussi facilement par la greffe proprement dite, nous indiquerons les réussites faciles de la greffe entre les Haricots nains et les Haricots à rames ; entre l'Aubergine normale et ses variétés naines ; entre l'Alliaire et le Chou ; entre les *Barbarea*, la Corbeille d'Argent et le Chou ; entre le Poirier, le Coignassier et l'Épine-Blanche ; entre le Pommier ordinaire et le Pommier Paradis, etc.

Evidemment dans ces greffes mal assorties, la taille du sujet ou du greffon subit une modification plus ou moins accentuée et la durée des greffes est souvent diminuée. C'est ainsi que le Poirier greffé sur Épine blanche vit moins longtemps que s'il est greffé sur Coignassier ; greffé sur Coignassier, il dure moins que greffé sur franc. Mais ces modifications de taille et de durée n'ont rien à voir avec la réussite et nous n'avons pas à nous y arrêter.

β. *Vie dans des sols dissemblables.* — L'analogie dans l'habitat peut avoir une grande importance dans certaines greffes entre plantes dont l'appareil végétatif est nettement adapté à la vie dans des milieux très différents.

Greffons deux espèces voisines, par exemple le *Phlox decussata*, qui se plaît dans les terrains humides, et le *Phlox subulata*, qui vit dans les terrains secs ; la réussite n'a pas lieu, bien qu'il s'agisse d'espèces d'un même genre.

Greffons le *Sysimbrium austriacum*, qui pousse sur les vieux murs, et le Chou, qui se plaît dans les terres franches, plutôt humides. La greffe anatomique est suffisante et le greffon pousse lentement. La floraison a lieu et l'on voit apparaître des siliques rudimentaires. Il est possible que, dans des années convenables comme état hygrométrique et température, la greffe réussisse, mais nous n'avons jusqu'ici point obtenu de graines fertiles. Bien que l'union soit beaucoup plus complète que dans les Phlox précédents, on ne peut dire que cette greffe est vraiment réussie.

Prenons maintenant le Persil et le *Sison Ammomum* ; le premier préfère les terrains secs; le second, les sols humides. La greffe réussit parfaitement.

Pour les arbres, tout le monde sait que, suivant les cas, l'on greffe le Poirier sur Coignassier (terrains riches) ou sur franc (terrains pauvres), le Pêcher sur Prunier ou Amandier dans les mêmes conditions. Enfin, l'on greffe, assez difficilement il est vrai, mais cela n'a point d'importance pour la réussite telle que nous l'avons définie, le Châtaignier, plante calcifuge, sur le Chêne, plante indifférente à la nature du sol.

Ainsi donc, la vie, dans des sols différents, n'est point le plus souvent un obstacle radical à la réussite des greffes, mais elle a simplement une influence plus ou moins grande sur leur durée.

γ. *Vie active et vie ralentie.* — Peut-on greffer avec succès deux plantes dont l'une est à l'état de vie active et l'autre à l'état de vie ralentie ? Oui et non, suivant les cas.

Dans les plantes ligneuses, si l'on prend pour greffon un rameau maintenu à l'état de vie ralentie et si on le place sur un sujet en pleine sève, c'est-à-dire à l'état de vie active, comme on le fait couramment dans le greffage en couronne par exemple, la greffe réussit avec la plus grande facilité. Mais l'opération inverse ne réussit pas.

Dans les plantes herbacées, on peut parfois greffer indifféremment une plante à l'état de vie active sur une plante à l'état de vie ralentie et réciproquement. Ainsi la greffe d'un jeune Chou de semis sur un tubercule de Navet complètement développé réussit parfaitement ; de même en prenant des précautions, on peut réaliser la greffe inverse.

Ici se pose une question pratique importante. Lorsque l'on greffe, à l'état de vie ralentie, deux plantes données dont l'on ne connaît pas exactement le mode de développement, elles peuvent entrer en végétation à la même époque (concordance des sèves) ou à des époques différentes (discordance des sèves). La greffe n'en réussit pas moins, mais le développement du greffon est considérablement entravé, et sa durée très abrégée. Nous en avons observé un exemple fort net dans la greffe du Pommier à cidre. Nous avons greffé comparativement une même variété, l'Argile grise, sur des francs différents dont les uns concordaient avec elle et les autres différaient comme entrée en sève. Or, tandis que les premiers greffons fournissaient des arbres bien charpentés et vigoureux, les seconds se sont rabougris et ont péri au bout de quelques années, après une fructification insignifiante. On voit d'ailleurs, dans la pratique journalière, des faits analogues. Si de tels résultats n'intéressent point la réussite de la greffe au sens théorique, ils n'en montrent pas moins, au point de vue pratique dans la culture du Pommier à cidre, toute l'importance de la concordance des sèves au point de vue de la durée des arbres et de la valeur de leur fructification Cette concordance a une action plus marquée que l'analogie de conduction, car dans le pommier à cidre greffé sur franc, le plus souvent la conduction du franc et celle du greffon sont voisines comme valeur et concordantes par conséquent.

δ. *Précocité relative.* — Il est facile en général de greffer entre elles deux variétés, l'une précoce, l'autre tardive. Les exemples abondent dans la greffe de nos arbres fruitiers et nous avons pu obtenir la réussite du Haricot noir de Belgique (variété précoce) sur le Haricot de Soissons (variété plus tardive); des greffes de Tomates hâtives et de Tomates plus tardives, des greffes de Choux précoces (Chou de Tours) et de Choux assez tardifs (Chou de Saint-Brieuc), de Pommes de terre, etc.

La précocité différente concerne soit la fructification comme dans les Haricots et les Tomates, soit le développement plus ou moins rapide de l'appareil végétatif. Comme on le voit, l'analogie de précocité n'est nullement nécessaire à la réussite dans l'un ou l'autre cas.

ε. *Durée du développement.* — Les plantes peuvent se diviser en plantes annuelles, en plantes bisannuelles et en plantes vivaces. Ces trois catégories de plantes peuvent facilement se greffer les unes sur les autres, si aucune cause étrangère n'intervient pour compromettre le succès.

Parmi les exemples de plantes annuelles se greffant avec des plantes bisannuelles ou vivaces, nous citerons la Tomate et la Pomme de terre, le Soleil annuel et divers Soleils vivaces, la Laitue et le Salsifis, etc. On peut aussi réaliser tout aussi facilement la greffe de plantes bisannuelles et de plantes vivaces, comme celle du Salsifis et du Pissenlit, de la Carotte et du Fenouil, etc.

Dans ces greffes, chacune des plantes conserve sa durée habituelle de développement ; la plante annuelle ou bisannuelle meurt après fructification. Mais il peut arriver que l'opération l'empêche de fleurir à son époque habituelle. Elle se comporte alors parfois comme le Réséda, que l'on rend bisannuel en coupant méthodiquement ses pousses à fleurs, et ne fleurit que l'année suivante : les choses se passent ainsi dans le *Nicotiana angustifolia* greffé sur Aubergine.

η. *Durée des feuilles.* — La greffe d'une plante à feuilles caduques sur une plante à feuilles persistantes réussit si l'on emploie le greffage mixte, et l'on comprend aisément la raison de ce succès. Quand on emploie la greffe ordinaire, il arrive qu'après la chute des feuilles du greffon, le sujet ne peut entretenir son existence pendant l'hiver faute d'appareil assimilateur suffisant. D'où la mort de la greffe. En laissant au sujet quelques pousses feuillées, assez pour qu'il puisse vivre, pas assez pour qu'il utilise à lui seul toute la sève en faisant périr d'inanition le greffon, on évite les inconvénients de la greffe ordinaire et la symbiose persiste si l'on a soin de maintenir entre les parties feuillées du sujet et le greffon, un juste équilibre par une taille raisonnée.

C'est ainsi que nous possédons actuellement des greffes âgées de *neuf années*, faites entre le *Cerasus avium* et le *Prunus Laurocerasus* qui ont fructifié plusieurs fois déjà et produit des graines fertiles, et qui sont parfaitement réussies tant au sens propre du mot qu'au sens pratique.

Plus récemment, nous avons par le même procédé réussi la greffe de l'*Aralia spinosa*, à feuilles caduques, sur l'*Aralia Sieboldii*, à feuilles persistantes.

Non seulement le procédé de la greffe mixte permet d'assurer la réussite de la greffe des arbres à feuilles caduques sur les arbres à feuilles persistantes, mais il prolonge la durée de leur symbiose, comme il prolonge d'ailleurs la durée de toutes les greffes susceptibles de réussite quand l'analogie en général n'a pas été observée suffisamment.

d. **Parenté botanique.** — En étudiant la greffe par rapprochement, nous avons constaté que le principe de la parenté botanique n'est pas toujours applicable et que l'on observe quelquefois des réussites entre des plantes très éloignées par leur position systématique. En est-il de même dans la greffe proprement dite?

Pour nous en rendre compte, nous avons essayé la greffe ordinaire entre plantes de familles très éloignées. Mais si ces plantes ont pu facilement souder leurs tissus, aucune des greffes n'a réussi définitivement. Nous avons bien obtenu une pousse plus ou moins marquée dans la greffe en écusson de la Saponaire sur l'Onagre, dans la greffe en écusson de l'Olivier sur le Lilas, mais la mort du greffon est survenue plus tard, bien avant la floraison. D'après notre définition, il n'y a pas eu réussite.

Bien que l'on ne doive ajouter aux faits négatifs qu'une importance relative, on peut cependant, d'après ces échecs, conclure jusqu'à nouvel ordre que la greffe proprement dite ne réussit point entre familles éloignées.

Il nous reste donc à examiner maintenant si les limites de possibilité du greffage concordent avec les affinités botaniques et si ces limites sont les mêmes dans diverses familles du règne végétal. Nous avons étudié sous ce rapport les grandes familles des Rosacées, des Légumineuses, des Ombellifères, des Crucifères, des Solanées et des Composées.

α. *Rosacées.* — Les Rosacées présentent ceci de remarquable que la greffe anatomique peut parfaitement réussir et que la greffe physiologique peut paraître s'établir au début sans que pour cela la réussite de la greffe entre deux plantes données se produise définitivement.

Considérons par exemple l'écusson à œil dormant du *Prunus Padus* sur *Prunus Laurocerasus*. Cet écusson se soude fort bien au sujet, à l'aide des parenchymes fournis par la couche génératrice libéroligneuse où se différencient quelques vaisseaux cicatriciels comme dans les écussons qui doivent réussir. Au printemps, l'écusson pousse lentement et l'on voit le bourgeon s'allonger et verdir à la pointe. Puis, sans cause apparente, la croissance s'arrête ; les écailles externes tombent, le bourgeon s'étiole et finit par se détacher. L'écorce de l'écusson se maintient verte et s'incorpore parfaitement au sujet. Elle y vit plusieurs années à la façon de l'écusson boudeur et elle est finalement rejetée au moment de l'exfoliation péridermique normale.

Évidemment cette greffe rappelle certaines greffes de la peau chez les animaux. Malgré cela, elle ne peut être considérée comme réussie d'après notre définition de la réussite. Mais elle est intéressante, car elle est un exemple d'insuccès entre deux plantes voisines quand des plantes plus éloignées systématiquement, le Cerisier et le Laurier Cerise, se greffent fort bien en écusson.

Le Cotonéaster greffé sur Coignassier donne des pousses faibles, mais, malgré l'emploi de la greffe mixte, le greffon meurt. L'Amandier, le Pêcher, le Prunier, etc., poussent vigoureusement sur Cerisier la première année, puis meurent. Pourtant le fonctionnement des couches génératrices a donné lieu à la formation de nombreux vaisseaux cicatriciels.

Ces résultats, joints aux anomalies que présente la greffe du Poirier, montrent bien que la parenté botanique ne règle point exclusivement la réussite et que les conditions d'analogie jointes aux variations de milieu ont parfois un rôle prépondérant.

On pourra remarquer encore que la greffe ne réussit, dans les Rosacées, qu'entre genres d'une même tribu.

β. *Légumineuses.* — Dans la famille des Légumineuses, nous avons essayé en vain de greffer le Haricot (Phaséolées) et le Pois (Viciées), le Haricot et le Lupin (Génistées). Cependant l'*Ononis* se greffe sur le *Cytisus Laburnum* : or, la première plante, pour quelques auteurs, ne serait point une Génistée comme le Cytise, mais une Trifoliée. La majeure partie des botanistes considérant l'*Ononis* comme une Génistée, on peut dire que dans les Légumineuses, la tribu est, comme dans les Rosacées, la limite de possibilité du greffage.

γ. *Ombellifères.* — Les Ombellifères se greffent, au contraire, très facilement entre plantes de tribus différentes. Le Fenouil (Sésélinées) réussit sur la Carotte (Daucinées) ; la Carotte sur le Panais (Peucédanées), etc.

Mais nous n'avons point obtenu, dans cette famille, de réussite entre plantes de sous-familles.

δ. *Solanées.* — Les Solanées donnent des résultats assez variés, qui sont loin de concorder toujours avec les affinités botaniques, comme dans les deux familles précédentes. C'est ainsi que des plantes de tribus différentes comme le Datura (Daturées) et le Tabac (Nicotianées) se greffent avec beaucoup de facilité sur diverses Atropées (Aubergine, Tomate, etc). Or, les Cestrinées ne reprennent point sur les plantes appartenant à ces diverses tribus, et, ce qu'il y a de plus curieux, c'est que la facilité de la reprise est beaucoup plus grande entre le Tabac et l'Aubergine, par exemple, qu'entre l'Aubergine et le Piment, qui sont des genres rangés dans la même tribu et qu'entre l'Aubergine (*Solanum Melongena*) et le *Solanum*

Balbesii, qui sont deux espèces appartenant à un même genre. C'est le genre *Capsicum* qui paraît avoir le moins d'aptitude à la greffe dans la tribu des Atropées.

Donc, dans la famille des Solanées, on rencontre, comme dans les Rosacées, des anomalies que le principe de la parenté botanique serait impuissant à expliquer.

ε. *Crucifères.* — Les Crucifères nous ont présenté aussi quelques anomalies. Ainsi le Chou (Brassicées) se greffe facilement sur l'Alliaire (Sysimbriées) et réciproquement. Or, le *Sysimbrium austriacum* ne réussit qu'avec une extrême difficulté sur le Chou. Les *Barbarea* (Cheiranthées) peuvent se greffer sur le Chou, ainsi que de jeunes inflorescences de *Cheiranthus Cheiri*. Or, les *Mathiola*, plantes très voisines du *Cheiranthus*, ne reprennent point sur Chou.

Toutefois, nous n'avons pu jusqu'ici réussir la greffe d'une Crucifère à silique sur une Crucifère à silicules, ce qui fait voir que, dans cette famille, la tribu est aussi la limite du greffage.

η. *Composées.* — De toutes les familles que nous avons étudiées, la famille des Composées est sans contredit celle qui nous a fourni les résultats les plus intéressants et les plus singuliers.

Les diverses plantes de la sous-famille des Chicoracées reprennent facilement entre elles, du moins en général. Or, la Laitue ne peut sé greffer sur Salsifis que si l'on choisit pour sujet une racine jeune dépourvue d'inuline. Cette exception, qui se comprend fort bien par une variation dans le pouvoir absorbant de la racine-sujet, ne peut s'expliquer par le principe d'Adanson, car alors il faudrait admettre que la parenté botanique varie avec l'âge !

Dans la sous-famille des Radiées, les greffes d'*Heliopsis* ne réussissent pas sur l'*Helianthus annuus*; au contraire, le *Madia* y prospère fort bien. Pourtant il s'agit de trois plantes d'une même tribu et le genre *Madia* est plus éloigné du genre *Helianthus* que le genre *Heliopsis*.

Mais il y a plus. La greffe de ce même *Helianthus annuus* et du Carthame tinctorial (sous-famille des Flosculeuses) réussit quand on emploie le greffage sur germinations. Cette réussite entre plantes appartenant à deux sous-familles distinctes est d'autant plus curieuse que les sous-familles de Composées ont une tout autre valeur que dans d'autres familles à cause de leur homogénéité plus grande.

Nous avons obtenu dans cette même famille des Composées un résultat plus surprenant encore. Lorsqu'on greffe le *Vernonia præalta* sur *Xanthium macrocarpum*, la greffe échoue si l'on s'est servi de la greffe ordinaire, mais elle réussit si l'on emploie la greffe mixte.

Or, le *Xanthium* fait partie des Ambrosiacées, groupe de plantes dont la position systématique a été fort discutée. En effet, tandis que la plupart des botanistes en font une famille à part qu'ils rangent à la suite des Composées, d'autres classificateurs (Baillon, etc.) les font rentrer, à titre de Composées dégénérées, dans la tribu des Sénécionées-Hélianthoïdées, sous-famille des Radiées. Bautier, dans sa Flore des environs de Paris, a même rangé les *Xanthium* dans les Urticées.

Si l'on appliquait ici le principe d'Adanson à ce cas litigieux de la classification, la réussite de la greffe du *Vernonia* sur *Xanthium* ferait de cette dernière plante une Composée Vernoniée. Or, si l'on range parfois les *Xanthium* dans les Composées, personne ne songe à en faire des Vernoniées, car ils ont incontestablement beaucoup plus d'affinités avec les Sénécionées. Cet exemple montre que si, dans certains cas, la greffe, comme l'étude d'un caractère anatomique particulier, peut fournir certains renseignements au point de vue des affinités botaniques, il ne faut pas abuser de ce caractère pris isolément plus que de tout autre.

En un mot, *si le principe de la parenté botanique paraît vrai en général, quand il s'agit des greffes proprement dites, il ne faut point lui donner une signification trop absolue, et il n'y a point proportionnalité rigoureuse entre la réussite des greffes et les degrés d'affinités caractérisées par les termes espèces, genres, tribus, familles, termes qui, d'ailleurs, ne sauraient avoir eux-mêmes une signification objective absolue et dont les limites sont souvent l'objet de discussions entre les botanistes.*

CONCLUSIONS.

1° Dans cette étude, avant de passer à l'examen des faits, nous avons essayé de dissiper des confusions fréquentes en précisant le sens que l'on doit attacher à certains termes, trop souvent employés pour désigner des choses différentes. Nous avons ainsi défini le *greffage*, c'est-à-dire l'opération même, et la *greffe*, c'est-à-dire la symbiose de deux ou plusieurs plantes. Nous avons été amenés à distinguer deux catégories très distinctes de greffes jusqu'ici confondues, les *greffes par rapprochement*, ou greffes anatomiques et les *greffes proprement dites*, ou greffes anatomiques et physiologiques. Dans ces dernières elles-mêmes, nous avons separé les *greffes ordinaires* et les *greffes mixtes*, celles-ci seules possédant un appareil absorbant ou un appareil assimilateur mixte, fourni à la fois par le sujet et le greffon.

Avant de discuter les conditions de réussite des greffes, nous avons défini la *réussite des greffes*, et montré combien la réussite d'une greffe par rapprochement diffère de celle d'une greffe proprement dite. La greffe par rapprochement est réussie quand les deux plantes *se soudent d'une manière durable* et de telle façon qu'en les séparant *on amène une déchirure ;* la greffe proprement dite est réussie quand le greffon *vit, se développe sur son sujet et produit des graines fertiles.*

2° Les conditions de réussite des greffes se divisent en deux groupes : *a)* les *conditions extrinsèques*, indépendantes de la nature des plantes greffées (milieu extérieur, température, précautions opératoires), et *b)* les *conditions intrinsèques*, particulières aux espèces de plantes associées (mode de cicatrisation, analogie, parenté botanique).

a) Dans le greffage par rapprochement, les conditions extrinsèques *absolues* de réussite sont : *1° le maintien de l'adhérence des deux plantes ; 2° une température suffisante, ni trop basse, ni trop élevée ; 3° le maintien de la vitalité des méristèmes.*

A ces trois premières conditions fondamentales s'ajoutent, dans les greffes proprement dites, trois autres conditions tout aussi importantes : *4° le maintien de la vie du sujet et du greffon jusqu'à la reprise définitive ; 5° la possibilité matérielle pour le greffon de rétablir la turgescence qu'il a perdue à la suite de sa section transversale ; 6° la nécessité de ne jamais placer, après l'opération, le niveau de la greffe sous l'eau.*

D'autres conditions extrinsèques (observance de la polarité, jeunesse des tissus ou des organes, procédés amenant un contact plus parfait des plaies) sont éminemment utiles et favorisent la reprise, mais comme elles ne compromettent la réussite que dans les cas extrêmes, elles ne peuvent être classées que comme conditions *accessoires*, intéressant surtout *la durée des greffes*.

b) Les conditions intrinsèques sont au nombre de trois seulement; ce sont le *mode de cicatrisation*, l'*analogie* et la *parenté botanique*.

α. *Mode de cicatrisation.* — *Toute plante qui ne régénère pas ses tissus ne peut se greffer*, quel que soit le procédé de greffage que l'on emploie, dès l'instant que le succès de l'opération exige une cicatrisation en commun. Telles sont diverses Monocotélydones : *Ruscus*, Bambous, Maïs, etc.

Une plante dépourvue de couche génératrice libéroligneuse se greffe assez facilement par rapprochement, beaucoup plus difficilement quand il s'agit de la greffe proprement dite. Toutefois la greffe mixte anglaise réussit sur certaines de ces plantes : Vanille (Orchidées) et *Philodendron* (Aroïdées).

Les plantes pourvues de couche génératrice interne se greffent au contraire facilement (Dicotylédones). Mais souvent la facilité de la reprise, et par suite de la réussite, est en raison directe de l'activité de cette assise. Cette activité variant avec les plantes et avec l'âge de leurs organes, il existe ainsi une *aptitude particulière à la cicatrisation* qui règle la possibilité du greffage ou sa facilité relative pour deux végétaux donnés.

ϐ. *Analogie.* — La réussite d'une greffe par rapprochement dépend beaucoup moins des conditions d'analogie que la réussite d'une greffe proprement dite. Cependant, dans l'un comme dans l'autre mode de greffage, l'une des plantes associées ne doit pas *fabriquer de produits toxiques* pour l'autre, soit que ces substances agissent de suite comme poison, soit qu'elles empoisonnent lentement.

Aucun des caractères d'analogie n'agit d'une façon absolue sur la réussite des greffes. Cependant *l'analogie doit toujours être telle, entre les plantes greffées, que chaque plante reçoive une alimentation suffisante*. On conçoit dès lors que la discordance entre la structure des appareils conducteurs chargés du transport des aliments, entre les contenus cellulaires (aliments et déchets), entre le mode de développement (précocité, vie active et vie ralentie, durée du développement, durée des feuilles, taille, vigueur, etc.), détermine une nutrition défectueuse et puisse amener un insuccès si elle dépasse certaines limites. Les conditions extrinsèques de milieu, la perfection relative de la soudure, etc., ont elles-mêmes sur les conséquences de la discordance une action des plus marquées et font varier énormément le régime des sèves, et en particulier celui de la sève brute.

Il est évident, qu'à moins de greffer une plante ligneuse sur elle-même, le régime des sèves sera modifié. Dans toute greffe d'espèces ou de variétés différentes, il y aura discordance pour certains caractères, concordance pour d'autres. La réussite de la greffe devient ainsi la résultante d'un état d'équilibre variable, qui dépendra à la fois des rapports d'analogie et de leurs variations sous l'influence du milieu. Baser une greffe quelconque sur la concordance d'un caractère isolé serait aussi peu rationnel que d'affirmer que telle greffe manquera partout parce que l'on a échoué dans un climat donné ou dans des conditions particulières déterminées.

γ. *Parenté botanique.* — On pourrait faire rentrer la parenté botanique dans l'analogie, car il s'agit en l'espèce de l'analogie entre les organes reproducteurs des plantes greffées. Nous ne devons donc point être surpris si *ce caractère n'est point absolu*, pas plus d'ailleurs que les autres caractères de l'analogie.

Les affinités botaniques ne commandent point en effet complètement la réussite des greffes. Il peut arriver que deux espèces d'un même genre ou deux genres voisins d'une même tribus se greffent plus difficilement entre eux que deux plantes de tribu différentes (Solanées, Composées). Cela tient évidemment à ce que les caractères dominateurs en classification sont essentiellement les caractères reproducteurs. Mais l'analogie dans l'appareil reproducteur n'entraîne point forcément la ressemblance dans les caractères de l'appareil végétatif, et l'on comprend d'ailleurs aisément que les affinités botaniques ne puissent commander tout ce qui se passe dans le règne végétal. On classe, et non sans raison, les plantes en faisant prédominer les organes reproducteurs, mais cela n'empêche nullement que l'on puisse se placer à d'autres points de vue pour faire des rapprochements ; on peut invoquer, par exemple, les caractères tirés de la structure de la racine, de la tige, des feuilles,

les caractères tirés de la germination et une foule d'autres. Or, rien ne dit que tous ces caractères doivent se ressembler parce que les organes reproducteurs présentent entre eux de grands rapports. Que dire alors des caractères d'un autre ordre dans lesquels interviennent des conditions variées, où des phénomènes physiologiques (conduction, etc.) viennent jouer un rôle, où des conditions de milieu extérieur (humidité, température, etc.) ont une importance capitale. Ce qui devrait plutôt nous surprendre, c'est qu'il n'y ait pas plus de discordance entre la parenté botanique et la réussite des greffes proprement dites. Les anomalies que nous avons signalées (Poirier, *Prunus Padus*, Salsifis, Solanées, Carthame, *Xanthium*, etc.) ne doivent donc pas nous étonner, pas plus que la réussite des greffes par rapprochement entres plantes de familles éloignées.

En résumé, les diverses conditions de réussite que nous avons examinées ont leur importance relative, mais elles sont, pour la plupart, beaucoup moins absolues qu'on ne l'admet généralement ; et c'est toujours imprudent de dire que telle greffe ne réussira pas parce que telle ressemblance entre les plantes n'existe pas.

Nous croyons avoir, par nos recherches, étendu le champ de la réussite et cela nous donne à penser qu'il pourra l'être plus encore. En prenant diverses précautions opératoires, on peut obtenir des succès là où l'on avait échoué jusqu'ici. Ainsi l'emploi de la greffe mixte nous a permis de réussir la greffe des arbres à feuilles caduques sur les arbres à feuilles persistantes et la greffe de quelques Monocotylédones sur elles-mêmes ; la greffe sur germinations nous a permis de réussir la greffe des plantes herbacées à tiges creuses, comme les Haricots, etc.

Ajoutons enfin que, dans le greffage comme en chirurgie, il y a un certain coefficient d'habileté opératoire, un tour de main, qui n'est pas à dédaigner au point de vue de la réussite, particulièrement des greffes délicates. On comprend ainsi que des greffeurs habiles, les greffeurs heureux comme on dit vulgairement, puissent parfois, par une rapidité plus grande dans l'opération ou un greffage mieux établi, amener la réussite de greffes qu'un opérateur moins adroit manquerait infailliblement.

Les recherches que nous venons d'exposer ont été faites en partie à Fontainebleau, en partie à Château-Gontier et à Rennes. Je suis heureux de pouvoir remercier ici M. Gaston Bonnier, Directeur, et M. Léon Dufour, Sous-Directeur du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, qui m'ont donné des conseils autorisés et fourni toutes facilités de travail ; M. Maxime Cornu, professeur au Muséum, qui m'a, à plusieurs reprises, gracieusement fourni des graines et des plantes vivantes; M. Lechartier, doyen de la Faculté des Sciences de Rennes, qui m'a très aimablement permis de faire des expériences à la Station agronomique qu'il dirige avec tant de compétence, et M. Colleu, jardinier-chef du Jardin des Plantes de Rennes, qui, avec la plus grande complaisance, a mis à ma disposition les ressources du Jardin botanique.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Pages

Contribution à l'étude chimique de l'assimilation chlorophyllienne. — Sur le premier produit d'organisation de l'acide phosphorique dans les plantes à chlorophylle avec quelques remarques sur le rôle physiologique de l'inosite, par le Dr S. **Posternak** 5, 65

Sur une structure particulière chez une Mucorinée et sur une propriété générale des pigments bactériens et fongiques (avec deux planches, Pl. 1 et 2), par M. L. **Matruchot** 33

Sur une nouvelle Phalloidée, le *Lysurus Beauvaisi* (avec trois figures dans le texte), par M. M. **Molliard** 61

Rhizomucor parasiticus, espèce pathogène de l'homme (avec planche, Pl. 3), par MM. **Lucet** et **Costantin** 81

La végétation des Antilles danoises (avec cent soixante-et-une figures dans le texte, et onze planches, Pl. 4 à 14) par MM. F. **Boergesen** et **Ove Paulsen** 99

- I. La végétation des Halophytes (par M. F. **Boergesen**) 99
  - 1° Végétation marine 100
  - 2° Végétation psammophile ou des plages sablonneuses 101, 138
  - 3° Végétation des côtes rocheuses 224
  - 4° Végétation des Rhizophores 225, 289
  - 5° Végétation des plaines argileuses salines. 295
- II. La végétation des taillis et des bois (par M. **Ove Paulsen**) . . . .
  - 1° Description de la végétation . . . 344, 434, 480
  - 2° Anatomie de quelques feuilles xérophiles . 486
- III. Additions à la flore des Antilles danoises . . 506

Sur quelques germinations difficiles, par M. **Noël Bernard**. . 108

Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le Maïs (avec une planche, Pl. 15) par M. **Hugo de Vries** . . . 129

Note de tératologie végétale (avec trois figures dans le texte), par M. H. **Fockeu**. 154

Pages
Sur quelques caractères histologiques des Cécidies produites par l'*Heterodera radicicola* Greff. (avec une figure dans le texte et une planche, Pl. 16), par M. M. Molliard . . . 157
Sur la toxicité des composés du sodium, du potassium et de l'ammonium à l'égard des végétaux supérieurs, par M. Henri Coupin. 177
Note sur la flore maritime du Cap Gris-Nez (Pas-de-Calais), par M. L. Géneau de Lamarlière 194, 246
L'assimilation chlorophyllienne dans la lumière solaire qui a traversé des feuilles, par M. Ed. Griffon 209, 272
Sur les unités des caractères spécifiques et leur application à l'étude des hybrides, par M. Hugo de Vries 257
Recherches sur les fleurs cleistogames (avec douze figures dans le texte), par M. Leclerc du Sablon 305
Sur la membrane de l'hydroleucite (avec trois figures dans le texte), par M. V. Boulet. 319
Cas de virescence et de fasciation d'origine parasitaire (avec trois figures dans le texte), par M. M. Molliard . . . 323
Recherches de la formation des matières protéiques à l'obscurité dans les végétaux supérieurs, par Mademoiselle Marie Maliniack. 337
Les conditions de réussite des greffes, par M. Lucien Daniel .
I. Historique 335
II. Définitions 359
III. Condition de réussite des greffes. . 365, 405, 447, 511
IV. Conclusions. 524
Sur la tricotylie et l'anatomie des plantules de *Phaseolus* tricotylés (avec dix-huit figures dans le texte et une planche, Pl. 17), par M. Edmond Gain 369
Anatomie comparée et expérimentale des feuilles souterraines (avec dix figures dans le texte et quatre planches, Pl. 18 à 21), par M. Joseph Thomas 394
I. Anatomie comparée des feuilles souterraines. . 395
II. Anatomie expérimentale des feuilles souterraines. 417
Étude sur le développement et la structure de l'*Oïdium lactis* (avec onze figures dans texte), par M. Guilliermond. 465

TABLE DES REVUES

DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Pages

Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897, par M. L. Matruchot (avec figures dans le texte) (*Suite*).

VIII. — Ascomycètes :

Laboulbéniacées (*Suite*) 25
Discomycètes 456

Revue des travaux de botanique systématique, publiés pendant les années 1894-1899, par M. E. Dracke del Castillo. 74

I. Géographie botanique et flores 75

1° Géographie botanique en général 75

2° Europe (la France exceptée) et région méditerranéenne 76

a) Europe en général 76
b) Europe méridionale et région méditerranéenne. 78, 121, 166
c) Europe centrale 168, 206
d) Europe septentrionale 298
e) Europe orientale 298

3° Asie 299
a) Asie occidentale. 299, 328
b) Asie centrale et septentrionale 328

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME DOUZIÈME

Planche 1. Protoplasma d'un *Mortierella.*
— 2. Protoplasma d'un *Mortierella.*
— 3. *Rhizomucor parasiticus.*
— 4. Végétation des Antilles danoises : *Ipomœa pes-capræ, Hippomane Mancinella.*
— 5. *Tournefortia gnaphalodes, Euphorbia buxifolia.*
— 6. *Coccoloba uvifera*, Cocotiers, *Sesuvium Portulacastrum, Cynodon Dactylon.*
— 7. *Hippomane Mancinella, Coccoloba uvifera.*
— 8. Lagunes avec végétation de Rhizophores.
— 9. *Rhizophora Mangle.*
— 10. Rhizophores, *Laguncularia racemosa, Avicennia nitida.*
— 11. *Salicornia ambigua, Sesuvium Portulacastrum, Batis maritima, Laguncularia racemosa.*
— 12. *Batis maritima, Paspalum distichum, Sesuvium Portulacastrum.*
— 13. *Croton, Plumiera alba, Crescentia Cujete, Tillandsia utriculata.*
— 14. Cocotiers et Cannes à sucre.
— 15. Épis de Maïs amylacé ordinaire, de Maïs sucré blanc et épis hybrides.
— 16. Déformations cellulaires produites par l'*Heterodera radicicola.*
— 17. Plantules de *Phaseolus tricotylés.*
— 18. Anatomie comparée des feuilles souterraines : *Glyceria aquatica, Helleborus odorus, Asparagus officinalis, Colchicum autumnale.*
— 19. *Hyacinthus orientalis, Mentha aquatica, Heracleum Spondylium, Monotropa Hypopitys.*
— 20. *Glechoma hederacea, Lysimachia Nummularia, Veronica officinalis.*
— 21. *Lamium Galeobdolon, Saponaria officinalis, Lysimachia vulgaris.*

TABLE DES ARTICLES ET DES REVUES

PAR NOMS D'AUTEURS

Pages

Bernard (N.). Sur quelques germinations difficiles . . . 108

Boergesen (F.) et Paulsen (Ove). La végétation des Antilles danoises 99, 138, 224, 289, 344, 434, 480

Boulet (V.). Sur la membrane de l'hydroleucite 319

Costantin (J.). (Voyez Lucet).

Coupin (H.). Sur la toxicité des composés du sodium, du potassium et de l'ammonium à l'égard des végétaux supérieurs. 177

Daniel (L.). Les conditions de réussite des greffes. 355, 405, 447, 511

Drake del Castillo (E.). Revue des travaux de botanique systématique publiés pendant les années 1894-1899. . . . 74, 121, 166, 206, 298, 328

Fockeu (H.). Note de tératologie végétale 154

Gain (Ed.). Sur la tricotylie et l'anatomie des plantules de *Phaseolus* tricotylés 369

Géneau de Lamarlière (L.). Note sur la flore maritime du Cap Griz-Nez (P.-d.-C.). 194, 246

Griffon (Ed.). L'assimilation chlorophyllienne dans la lumière solaire qui a traversé des feuilles. . . . 209, 272

Guilliermond. Étude sur le développement et la structure de l'*Oïdium lactis* 465

Leclerc du Sablon (M.). Recherches sur les fleurs cleistogames. 305

Lucet et Costantin. *Rhizomucor parasiticus*, espèce pathogène de l'homme. 81

Pages

Maliniack (M^lle^ Marie). Recherches sur la formation des matières protéiques à l'obscurité dans les végétaux supérieurs 337

Matruchot (L.). Sur une structure particulière chez une Mucorinée et sur une propriété générale des pigments bactériens et fongiques . 33

— Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897. 25, 456

Molliard (M.). Sur une nouvelle Phalloidée, le *Lysurus Beauvaisi* 61

— Sur quelques caractères histologiques des cécidies produites par l'*Heterodera radicicola* Greff. 157

— Cas de virescence et de fasciation d'origine parasitaire. 323

Paulsen (Ove). (Voyez **Boergesen**).

Posternack (S.). Contribution à l'étude chimique de l'assimilation chlorophyllienne. — Sur le premier produit d'organisation de l'acide phosphorique dans les plantes à chlorophylle avec quelques remarques sur le rôle physiologique de l'inosite. . 5, 65

Thomas (J.). Anatomie comparée et expérimentale des feuilles souterraines 394, 417

Vries (Hugo de). Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le Maïs 129

— Sur les unités des caractères spécifiques et leur application à l'étude des hybrides . 257

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS D'AUTEURS DONT LES TRAVAUX ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS LES REVUES DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Explication des signes : (*c*) Revue des travaux sur les Champignons ; (*s*) Revue des travaux de botanique systématique.

A

Adamovic (*s*). 125
Aderhold (*c*) 463
Alboff (*s*). 299
Ascherson et Græbner (*s*). . 168
Autran et Post (*s*) 328

B

Baldacci (*s*) 128
Barbey et Forsyth Major (*s*). 124
Barrate et Bonnet (*s*) 166
Batalin (*s*) 334
Battandier et Trabut (*s*). . . 168
Bay (*c*). 463
Beijerinck (*c*). 462
Bonnet et Baratte (*s*). . . . 166
Boissieu (H. de) (*s*). 335
Bornmüller (*s*) 328
— et Winkeler (*s*). 328
Bouin (*c*). 458
Bretschneider (*s*) 335
Buchner (*c*). 463
Buhse (*s*). 302
Buscalioni (*c*). 457
Buser (*s*). 304

C

Camus (*s*) 77
Caruel (*s*) 124
Coincy (A. de) (*s*) 123
Curtis (*c*). 457

D

Dangeard (*c*). 457
Daveau (*s*). 121
Debeaux (*s*) 124
Degen (A. von) (*s*) 128

E

Eisenschitz (*c*) 457
Ekstam (*s*). 298
Engler (*s*) 74

F

Finet (*s*) 335
Fiori et Paoletti (*s*) 124
Forsyth Major et Barbey (*s*): 124
Franchet (*s*) 328, 330
Freyn (*s*). 328

G

Gandoger (*s*). 124
Græbner et Ascherson (*s*). . 168
Grecescu (*s*) 175, 206
Gürcke (*s*) 76

H

Hackel (*s*) 334
Halaczy (*s*). 125
Hansen (*c*). 462
Heildreich (de) (*s*) 125
Hemsley (*s*) 335
Henneguy (*c*). 457
Henry (*s*). 334
Huth (*s*) 334

J

Jörgensen (*c*). 461, 463
Juhler (*c*). 461

K

Keller (*s*). 335
Klöcker (*c*). 462
— et Schiönning (*c*) . 461
Kohl (*s*) 170
Korshinsky (*s*) 298
Kosai et Yabe (*c*). 462

L

Levier et Sommier (*s*). . . . 299

M

Macallum (*c*). 457
Murbeck (*s*) 168

N

Nicotra (*s*) 124
Nielsen (*c*) 463

P

Palibin (*s*) 334
Paoletti et Fiori (*s*) 124
Pax (*s*). 170
Post et Autran (*s*) 328

R

Radde (*s*). 299
Rouy (*s*) 78

S

Sargent (*s*). 333
Schiönning (*c*) 463
— et Klöcker (*c*). . . 461
Seiter (*c*). 462
Sommier (*s*) 329
— et Levier (*s*) 299
Sorel (*c*) 461
Swan (*c*). 463

T

Thaxter (*c*). 25
Trabut et Battandier (*s*) . . . 168

V

Valenowsky (*s*). 208

W

Wager (*c*) 458
Wehmer (*c*) 461, 462
Willkomm (*s*) 78, 121
Winkler (*s*). 334
Winkeler et Bornmüller (*s*) . 328

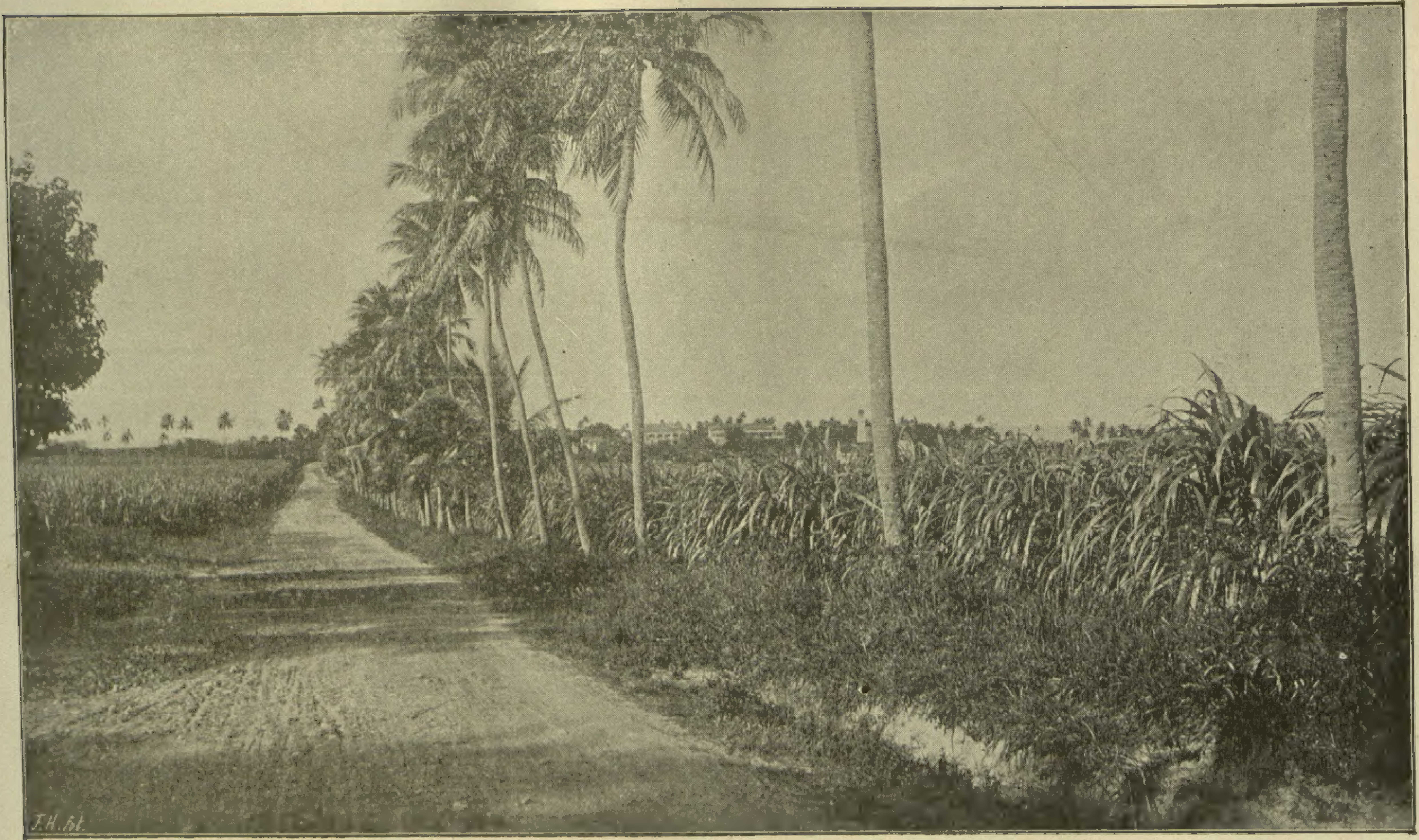
Y

Yabe et Kosai (*c*). 462

---

425 — Lille Imp Le Bigot frères.

Le Gérant : Th. Clerquin



Phot. F. Boergesen.

Imp Le Bigot.

Cocotiers et Cannes à sucre.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

Rouy et Foucaud : *Flore de France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine,* continuée par G. Rouy et E. G. Camus. Tome VI, Paris, Les fils d'Emile Deyrolle, Juin 1900.

De Wildeman et Durand : *Plantae Thonnerianae Congolenses, ou énumération des plantes récoltées en 1896 par M. Fr. Thonner dans le district des Bangalas,* Bruxelles, Schépens, 1900.

Lamson-Scribner : *American Grasses,* III, Washington, 1900.

Hermann von Schrenk : *A. disease of Taxodium distichum known as peckiness, also a similar disease of Libocedrus decurrens known as pin-rot* (Missouri Botanical Garden. Eleventh annual report, 1900, p. 23).

Rose : *Agave expatriata and other Agaves flowering in the Washington Botanic Garden* (Ibid., p. 79).

Norton : *A revision of the American species of Euphorbia of the section Tithymalus occurring north of Mexico* (Ibid., p. 85).

Jared G. Smith : *Revision of the species of Lophotocarpus of the United States; and description of a new species of Sagittaria* (Ibid., p. 145).

Gerber : *Recherches sur le nombre des feuilles carpellaires qui entre dans la constitution du gynécée des Crucifères* (Bullet. scientif. de la France et de la Belgique, t. 33, p. 493).

D. C. Johnson : *On the endosperm and embryo of Peromia pellucida* (Botanical Gazette, t. 30, p. 1).

Cardot et Theriot : *New or unrecorded Mosses of North America* (Ibid., p. 12).

Wiegand : *The development of the embryo-sac in some Monocotyledonous plants* (Ibid., p. 25).

Timberlake : *The development and fonction of the cell plate in higher plants* (Ibid., p. 73).

G. T. Moore : *New or little known unicellular Algæ. I. Chlorocystis Cohnii* (Ibid., p. 100).

Pollacci Gino : *Il biossido di zolfo come mezzo conservatore di organi vegetali* (Atti del R. Istituto botanico di Pavia, vol. 6).

Offner : *Notes sur la flore printanière de l'Oisans* (Association française de Botanique, 1900).

Hammerle : *Zur Organisation von Acer Pseudoplatanus* (Bibliotheca botanica, Helft 50, Stuttgart, 1900).

Hugo de Vries : *Das Spaltungsgesetz der Bastarde* (Bericht. der Deutschen Botanis. Gesellschaft, 1900, Band XVIII).

Hermann von Schrenk : *Two diseases of red cedar, caused by Polyporus juniperinus N. Sp. and Polyporus carneus Nees* (V. S. Department of Agriculture, N° 21, Washington, 1900).

Mottier : *Nuclear and Cell Division in Dictyota dichotoma* (Annals of Botany, June, 1900, p. 163).

Parkin : *Observations on Latex and its Fonctions* (Ibid., p. 193).

Barker : *A Fragrant « Mycoderma » Yeast, Saccharomyces anomalus (Hansen)* (Ibid., p. 215).

Dawson (Miss M.) : *On the Biology of Poronia punctata* (Ibid., p. 245).

Wager : *On the Fertilization of Peronospora parasitica* (Ibid., p. 263).

Lang : *Studies in the Development and Morphology of Cycadeen Sporangia. II. The ovule of Stangeria paradoxa* (Ibid., p. 281).

Harper : *Sexual Reproduction in Pyronema confluens and the Morphology of Ascocarp* (Ibid., September, 1900, p. 321).

T. Ito : *A Short Memoir of Ito Keisuke, Rigaku Hakushi* (Ibid., p. 401).

Scott and Hill : *The Structure of Isœtes Hystrix* (Ibid., p. 413).

Boodle : *Comparative Anatomie of the Hymenophyllaceæ, Schizacaceæ, and Gleicheniaceæ* (Ibid., p. 455).

Schove : *On the Structure of the Stem of Angiopteris erecta* (Ibid., p. 497).

Thomas (Miss E. N.) : *Double fertilization in Dicotyledon. — Caltha palustris* (Ibid., p. 527).

Bradley Moore Davis : *The fertilization of Albugo candida* (Botanical Gazette, May, 1900, p. 297).

Fernald : *A Synopsis of the Mexican and Central American species of Salvia. — A Revision of the Mexican and Central American Solanums of the Subsection Torvaria. — Some undescribed Mexican Phanerogams, chiefly Labiatae and Solanaceæ* (Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, June 1900).

Ducomet : *Recherches sur la brunissure des végétaux.* Montpellier, 1900.

Wille : *Algologische Notizen* I-VI. (Nyt Magazin for Naturvidenskb., B. 38, 1900).

Haberlandt : *Ueber die Perception des Geotropischen Reizes* (Bericht. d. Deutschen Bot. Gesellschaft, Jahrgang 1900).

Beveridge Kennedy : *Cooperative experiments with Grasses and Forage plants.* Washington, 1900.

B. Renault : *Considérations nouvelles sur les tourbes et les houilles.* Autun, 1900.

— *Sur quelques microorganismes des combustibles fossiles*, avec Atlas in-folio (Extrait du Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, Saint-Etienne, 1900).

Herbert J. Webber : *Work of the United States department of Agriculture on Plant hybridisation* (Journal of the Royal Horticultural Society, Vol. XXIV, 1900).

— *Xenia, or the immediat effect of Pollen, in Maize.* Washington, 1900.

L. Planchon : *Plantes médicinales et toxiques du département de l'Hérault.* Montpellier, 1899.

Raciborski : *Parasitische Algen und Pilze Java's.* Batavia, 1900.

Wheeler : *A contribution to the knowledge of the flora of southeastern Minnesota* (Minnesota Botanical Studies, August 1900, p. 353).

Ramaley : *The seed and seedling of the western larkspur (Delphinium occidentale)* (Ibid., p. 417).

Freeman : *A preliminary list of Minnesota Erysipheæ* (Ibid., p. 423).

Davis : *Native and garden Delphiniums of North America* (Ibid., p. 431).

— *Native and cultivated Ranunculi of North America and segregated genera* (Ibid., p. 459).

— *A synonymic conspectus of the native and garden Thalictrums of North America* (Ibid., p. 509).

Scofield : *Some preliminary observations on Dictyophora Ravenelii Burt.* (Ibid., p. 525).

Delacroix : *Les maladies et les ennemis des Caféiers.* Challamel, Paris, 1900.

Woronin : *Uber Sclerotinia cinerea und Sclerotinia fructigena* (Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, VIIIᵉ série, classe physico-mathématique, Vol. X, N° 5).

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.